



TESIS - RE 185401

KAJIAN PERBAIKAN PROSES PENGOLAHAN LUMPUR TINJA
KOTA SURABAYA DAN OPTIMASI RETRIBUSI
PENGELOLAANNYA

FARID PRATAMA PUTRA
03211850010006

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE, M.SC, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



TESIS - RE 185401

**KAJIAN PERBAIKAN PROSES PENGOLAHAN LUMPUR TINJA
KOTA SURABAYA DAN OPTIMASI RETRIBUSI
PENGELOLAANNYA**

FARID PRATAMA PUTRA
03211850010006

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE, M.Sc, Ph.D

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



THESIS - RE 185401

**STUDY OF TREATMENT PROCESS IMPROVEMENT OF FECAL
SLUDGE IN SURABAYA CITY AND OPTIMIZATION FOR THE
MANAGEMENT RETRIBUTION**

FARID PRATAMA PUTRA
03211850010006

SUPERVISOR
Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc, Ph.D

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL, PLANNING, AND GEO ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FARID PRATAMA PUTRA

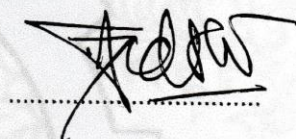
NRP: 03211850010006

Tanggal Ujian: 13 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

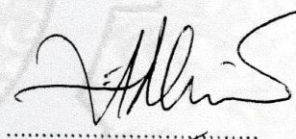
Disetujui oleh:

Pembimbing:



1. Ir. Eddy Setiadi S, Dipl.SE, M.Sc, Ph.D
NIP: 19600308 198903 1 001

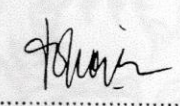
Penguji:



1. Adhi Yuniarto, ST, MT, Ph.D
NIP: 19730601 200003 1 001



2. Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl.SE, M.Sc
NIP: 19590811 198701 1 001



3. Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D
NIP: 19710818 199703 2 001



Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, ST., MEPM

NIP: 198201192005011001

KAJIAN PERBAIKAN PROSES PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KOTA SURABAYA DAN OPTIMASI RETRIBUSI PENGELOLAANNYA

Nama Mahasiswa : Farid Pratama Putra
NRP : 03211850010006
Departemen : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE, M.Sc, Ph.D.

ABSTRAK

IPLT Keputih merupakan satu-satunya unit pengolahan lumpur tinja di Kota Surabaya. Sesuai Perda No 1 Tahun 2016 Kota Surabaya bahwa pengolahan lumpur tinja merupakan salah satu jenis dari retribusi jasa umum yang dikenai biaya sebesar Rp. 15.000/m³. Namun demikian, nilai retribusi tidak dapat menutupi biaya pengolahan lumpur tinja, melainkan menjadi patokan atas partisipasi masyarakat terkait dalam mengolah lumpur tinjanya. Pada 2014-2018, jumlah lumpur tinja yang diolah di IPLT Keputih adalah 134.537,52 m³ sementara potensi yang masuk bisa mencapai 2.756.146,5 m³. Untuk meningkatkan partisipasi masyarakat, dibutuhkan peninjauan ulang terhadap nilai dan sistem retribusi lumpur tinja.

Penelitian ini menggunakan data secara primer dan sekunder terkait proses dan operasional pengolahan eksisting, demikian pula data yang terkait retribusi lumpur tinja. Berdasarkan data yang telah terkumpul, dilakukan analisis yang mengacu kepada evaluasi proses, operasional, rekomendasi perbaikan proses dan operasional, serta rekomendasi optimasi sistem dan nilai retribusi lumpur tinja.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih memerlukan perbaikan terutama pada unit SSC, *balancing tank*, OD, *clarifier*, dan SDB dimana terdapat beberapa parameter yang tidak sesuai. Untuk membantu perbaikan proses pengolahan, maka diusulkan sistem operasional baru secara sistematis. Pengoperasian dimulai dengan periode pengisian SSC yang diperpanjang menjadi 10 hari. Kemudian pemompaan dari *balancing tank* dan *sump well* yang dipersingkat menjadi satu kali dalam sehari. Lalu lumpur tinja diolah di OD selama 18 jam dengan lumpur resirkulasi sebesar 0,79. Sedangkan untuk pengisian SDB dilakukan 7 hari untuk tiap bed. Dari penelitian ini didapatkan nilai retribusi yang menghasilkan layanan maksimal adalah sebesar Rp. 12.000/bulan/pelanggan. Operasional penarikan yang diusulkan adalah digabung penarikannya bersama dengan retribusi PDAM.

Kata Kunci : IPLT Keputih, Lumpur Tinja, Retribusi

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

STUDY OF TREATMENT PROCESS IMPROVEMENT OF FECAL SLUDGE IN SURABAYA CITY AND OPTIMIZATION FOR THE MANAGEMENT RETRIBUTION

Student Name : Farid Pratama Putra
Student ID : 03211850010006
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE, M.Sc, Ph.D.

ABSTRACT

IPLT Keputih is one and only fecal sludge treatment plant in Surabaya City. As mentioned on Perda No 1 Tahun 2016 Kota Surabaya that fecal sludge is one of the general services with retribution cost for now is Rp. 15.000/m³. However, the retribution cost won't be able to cover all fecal sludge treatment, but it just as the benchmark for public participation to treat their fecal sludge. As long as 2014-2018, the number of fecal sludge that treated in IPLT Keputih is 134.537,52 m³ while the fecal sludge potency is up to 2.756.146,5 m³. For increasing the public participation, needed review of value and sytem of fecal sludge treatment.

This research is using collect data in primary or secondary about the treatment and retribution system. Based on the collected datas, then there will be some analysis based on the evaluation of process, operation, improvement process and operation recommendation, and also retribution system optimization.

The evaluation result shows that the performance of treatment unit in IPLT Keputih need for improvement because in SSC, *balancing tank*, OD, *clarifier*, and SDB some design parameters are not good. So, to improve the process treatment, new operational system should be designed. It starts by increasing the filling period of SSC that have to be 10 days. Next, the pumping system from balancing and sump well should be decrease once in a day. For the fecal sludge process in OD should be done for 18 hours with return sludge up yo 0,79. And the last, Fill period of SDB unit should be done in 7 days for each bed. Related to the optimize for the retribution value and system with optimal value and maximum service, is Rp. 12.000/month/customer with combine it to the PDAM retribution.

Keyword : Fecal Sludge, IPLT Keputih, Retribution

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga tesis dengan judul ***“Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Lumpur Tinja Kota Surabaya dan Optimasi Retribusi Pengelolaannya”*** dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan kerja sama yang baik dari semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam proses bimbingan.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. SE, M.Sc., Bapak Adhi Yuniarto, ST, MT, Ph.D., Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D., dan Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST, MT, Ph.D selaku dosen pengarah selama masa pengerjaan tesis.
3. Ayah dan ibu penulis yang selalu mendo’akan serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Adik-adik penulis, Farhan Aulia Rahman, Fitra Maulana, Naila Rahma Kartika, dan Alya Nurlaili yang juga selalu mendo’akan penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini.
5. Bapak Agustinus Heru, ST selaku kepala seksi serta rekan-rekan kerja dalam Seksi Pengelolaan Limbah Cair Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya yang membantu penulis dalam pengumpulan data.
6. Rekan-rekan penulis mahasiswa Pascasarjana Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan tesis.
7. Berbagai pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah berkontribusi dalam pengerjaan tesis ini.

Penyusunan tesis ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga ke depannya akan menjadi lebih baik lagi.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, 20 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lumpur Tinja dan Karakteristiknya	5
2.2 Parameter Pencemaran pada Limbah Cair	6
2.2.1 Padatan Total.....	6
2.2.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	6
2.2.3 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD).....	6
2.2.4 Minyak dan Lemak	7
2.2.5 pH.....	7
2.3 Pengolahan Lumpur Tinja	7
2.3.1 Regulasi Terkait Baku Mutu	7
2.3.2 IPLT Keputih	8
2.3.3 Unit Pengolahan di IPLT Keputih.....	9
2.3.4 Efisiensi Pengolahan di IPLT Keputih.....	13
2.4 Retribusi Lumpur Tinja	13
2.4.1 Pengaplikasian Pungutan Retribusi Lumpur Tinja	14
2.4.2 Biaya Retribusi Lumpur Tinja Berbagai Daerah	14
2.5 Optimasi Retribusi.....	15

2.5.1	Proses dan Prosedur Pemungutan Retribusi	16
2.5.2	Tolok Ukur Optimasi Retribusi	16
BAB 3 KONDISI EKSISTING IPLT KEPUTIH.....		19
3.1	Kelembagaan	19
3.2	Kondisi Pengolahan	21
3.2.1	<i>Solid Separation Chamber (SSC)</i>	21
3.2.2	<i>Balancing Tank</i>	23
3.2.3	<i>Oxidation Ditch (OD)</i>	24
3.2.4	<i>Clarifier</i>	25
3.2.5	<i>Sludge Drying Bed (SDB)</i>	26
BAB 4 METODE PENELITIAN		29
4.1	Kerangka Penelitian	29
4.2	Studi Literatur	32
4.3	Survey Lokasi	32
4.4	Pengumpulan Data	32
4.4.1	Data Primer.....	33
4.4.2	Data Sekunder	36
4.5	Analisis Data dan Pembahasan	36
4.5.1	Evaluasi Kinerja Operasi dan Proses IPLT Keputih	36
4.5.2	Evaluasi Nilai Retribusi.....	37
4.5.3	Rekomendasi Terkait Optimasi Sistem IPLT Keputih	38
4.6	Kesimpulan dan Saran	39
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		41
5.1	Sumber Lumpur Tinja.....	41
5.2	Kualitas Lumpur Tinja.....	42
5.3	Potensi Lumpur Tinja yang Masuk ke IPLT Keputih.....	45
5.4	Evaluasi Kinerja IPLT Keputih	47
5.4.1	<i>Solid Separation Chamber (SSC)</i>	48
5.4.2	<i>Balancing Tank</i>	49
5.4.3	<i>Oxidation Ditch (OD)</i>	51
5.4.4	<i>Clarifier</i>	61
5.4.5	<i>Sludge Drying Bed (SDB)</i>	63

5.4.6	Evaluasi Kapasitas IPLT Keputih	64
5.5	Rekomendasi Perbaikan IPLT Keputih	65
5.5.1	Perbaikan SSC.....	65
5.5.2	Perbaikan <i>Balancing Tank</i>	72
5.5.3	Perbaikan OD	73
5.5.4	Perbaikan <i>Clarifier</i>	76
5.5.5	Perbaikan SDB	78
5.5.6	Perbaikan Sistem Keseluruhan.....	80
5.5.7	Estimasi Biaya Perbaikan Proses	82
5.6	Evaluasi Nilai Retribusi Lumpur Tinja	83
5.6.1	Identifikasi Kenaikan/Penurunan Indikator Makro.....	83
5.6.2	Identifikasi Sarana dan Prasarana yang Dibutuhkan.....	84
5.6.3	Identifikasi Volume Lumpur Tinja yang Diolah.....	85
5.6.4	Identifikasi Total Biaya.....	86
5.6.5	Perhitungan Tarif Retribusi Sebenarnya	88
5.7	Rekomendasi Optimasi Retribusi	88
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		97
6.1	Kesimpulan.....	97
6.2	Saran	98
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN A		103
LAMPIRAN B		107
LAMPIRAN C.....		108
LAMPIRAN D.....		111
BIODATA PENULIS.....		113

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Layout IPLT Keputih	9
Gambar 3. 1 Struktur Organisasi DKRTH.....	20
Gambar 3. 2 Alur Pengolahan di IPLT Keputih	21
Gambar 3. 3 Kondisi Eksisting SSC	22
Gambar 3. 4 Kondisi Eksisting <i>Balancing Tank</i>	23
Gambar 3. 5 Kondisi Eksisting <i>Oxidation Ditch</i>	24
Gambar 3. 6 Kondisi Eksisting <i>Clarifier</i>	25
Gambar 3. 7 Kondisi Eksisting <i>Sludge Drying Bed</i>	26
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian	31
Gambar 4. 2 Titik Pengambilan Sampel	35
Gambar 4. 3 Tahapan Evaluasi Finansial.....	38
Gambar 5. 1 Grafik Kualitas Outlet IPLT Keputih.....	44
Gambar 5. 2 Kondisi Sanitasi Kota Surabaya.....	45
Gambar 5. 3 Potongan Memanjang <i>Balancing Tank</i>	50

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja	5
Tabel 2. 2 Baku Mutu Lumpur Tinja Versi KLHK	8
Tabel 2. 3 Baku Mutu Lumpur Tinja Versi Pergub Jatim	8
Tabel 2. 4 Kriteria Desain Unit SSC.....	10
Tabel 2. 5 Kriteria Desain <i>Balancing Tank</i>	10
Tabel 2. 6 Kriteria Desain Unit <i>Oxidation Ditch</i>	11
Tabel 2. 7 Kriteria Desain Unit <i>Clarifier</i>	12
Tabel 2. 8 Hasil Uji Laboratorium IPLT Keputih.....	13
Tabel 4. 1 Data Kondisi Eksisting dan Fungsi.....	33
Tabel 4. 2 Metode Pengukuran Parameter Penelitian	34
Tabel 4. 3 Data Sekunder dan Fungsi Data.....	36
Tabel 5. 1 Perusahaan Swasta dan Jumlah Truk	42
Tabel 5. 2 Hasil Uji Lab Lumpur Tinja IPLT Keputih	43
Tabel 5. 3 Data Sekunder Hasil Uji Lab 2019	44
Tabel 5. 4 Debit Bulanan Lumpur Tinja	47
Tabel 5. 5 Efisiensi Proses SSC	48
Tabel 5. 6 Ringkasan Hasil Evaluasi SSC	49
Tabel 5. 7 Ringkasan Hasil Evaluasi <i>Balancing Tank</i>	51
Tabel 5. 8 Efisiensi Proses OD	60
Tabel 5. 9 Ringkasan Hasil Evaluasi OD.....	61
Tabel 5. 10 Ringkasan Hasil Evaluasi <i>Clarifier</i>	63
Tabel 5. 11 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Ideal SDB	64
Tabel 5. 12 Simulasi Penjadwalan SSC Debit Eksisting	71
Tabel 5. 13 Simulasi Penjadwalan SSC Debit Maksimal	71
Tabel 5. 14 Penjadwalan SDB Kondisi Eksisting.....	81
Tabel 5. 15 Penjadwalan SDB Debit Maksimum	81
Tabel 5. 16 Pembagian Kerja Ideal IPLT Keputih.....	82

Tabel 5. 17 Pengadaan Alat Bantu Kerja	83
Tabel 5. 18 Peningkatan UMR Kota Surabaya.....	84
Tabel 5. 19 Sarana dan Prasarana Pengolahan Lumpur Tinja.....	85
Tabel 5. 20 Pembuangan Lumpur Tinja 2014-2019.....	87
Tabel 5. 21 Biaya Pengolahan IPLT Keputih.....	87
Tabel 5. 22 Kontribusi Retribusi Tinja Terhadap Retribusi DKRTH	89
Tabel 5. 23 Simulasi PAD Berdasarkan <i>Unit Cost</i> Baru.....	90
Tabel 5. 24 Biaya Sarana Prasaran Penyedotan Tinja 1 Tahun.....	91

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), lumpur tinja (*black water*) merupakan sumber pencemar yang terdiri atas padatan terlarut di dalam air yang sebagian besar mengandung material organik. Lumpur tinja juga mengandung berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan lain sebagainya. Umumnya, konsentrasi lumpur tinja yaitu TSS 4.000-10.000 mg/l, COD 5.000-80.000 mg/l, dan BOD 2.000-30.000 mg/l. Oleh karena itu, menurut Dian dan Herumurti (2016), lumpur tinja harus diolah dengan prinsip pemisahan cairan dan padatan di dalamnya. Pengolahan dapat berupa fisik, kimia, dan biologis.

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah instalasi pengolahan air limbah yang dirancang hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang akan diangkut melalui mobil (truk tinja). Pengolahan lumpur tinja di IPLT merupakan pengolahan lanjutan karena lumpur tinja yang telah diolah di tangki septik, belum layak dibuang di media lingkungan (Oktarina dan Haki, 2013). Menurut Anggraini dkk (2014), jumlah IPLT di Indonesia adalah sekitar 134 buah yang tersebar di berbagai provinsi dengan kondisi yang beragam.

IPLT Keputih merupakan satu-satunya pengolahan lumpur tinja di Kota Surabaya di bawah Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) yang didirikan pada tahun 1991 dengan kapasitas 400 m³/hari dengan kapasitas terisi 100 m³/hari. IPLT Keputih dirancang untuk menerima dan mengolah lumpur tinja yang diangkut menggunakan truk tinja (Dian dan Herumurti, 2016). Saat ini, IPLT Keputih memiliki 2 buah truk sedot untuk melayani penyedotan aset-aset milik pemerintah kota. Sementara itu, dalam hal penyedotan perorangan, IPLT Keputih bekerja sama dengan truk swasta (Anonim, 2018).

Sejatinya, IPLT Keputih selain berperan dalam mengolah tinja, juga berkontribusi terhadap pemasukan daerah melalui retribusi lumpur tinja. Pada tahun 2017, retribusi yang dihasilkan dari kegiatan lumpur tinja adalah sebesar Rp. 469.020.000 dari total retribusi daerah sebesar Rp. 557.966.574.669. IPLT Keputih

berkontribusi sebesar 0,084% dari total retribusi daerah. Dapat disimpulkan bahwa tingkat retribusi pengolahan tinja terhadap pendapatan retribusi total masih sangat kecil. Selain itu, besaran jumlah retribusi dari lumpur tinja eksisting juga menunjukkan partisipasi/kontribusi dari warga Surabaya dalam rangka mendukung terciptanya sanitasi yang baik, terlebih di dalam bidang air limbah.

Ke depannya, dalam rangka memantapkan kemandirian keuangan daerah sebagaimana tertuang di dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surabaya (RPJMD) 2016-2021 di dalam misi nomor 8 yaitu memantapkan tata kelola pemerintah yang baik, Pemerintah Kota Surabaya perlu mengoptimalkan sumber-sumber penerimaan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Salah satu hal yang dapat difokuskan sebagai target pasar adalah pengolahan lumpur tinja yang diatur di dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya No 1 Tahun 2016. Di dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa tarif untuk retribusi adalah Rp. 15.000/m³ dengan catatan akan ditinjau paling lama 3 tahun sekali. Tahun 2019, merupakan tahun ketiga sejak peraturan tersebut ditetapkan sehingga diperlukan peninjauan ulang dengan memperhatikan indeks harga dan perkembangan perekonomian.

Pemilihan lumpur tinja sebagai sasaran untuk mengoptimalkan PAD didasarkan atas *idle capacity* di IPLT Keputih yang masih cukup besar. Dari kapasitas total yang tersedia 400 m³, terdapat *idle capacity* sebesar 300 m³/hari sehingga kapasitas terisi hanya sebesar 100 m³/hari. Inilah yang dapat menjadi salah satu potensi besar pemasukan PAD.

Namun, dalam kondisi eksistingnya yang tercermin dengan hasil uji laboratorium yang telah rutin dilakukan IPLT Keputih, terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang mengacu kepada Pergub Jatim No 72 Tahun 2013. Terakhir, hasil uji pada Bulan Januari 2019, didapatkan nilai COD dan BOD outlet berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Nilai BOD adalah 71,82 mg/l dan COD sebesar 182,65 mg/l. Menurut Bonton dkk (2012), akan terjadi berbagai dampak lingkungan ketika melepaskan polutan yang melebihi baku mutu. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terkait pengolahan limbah yang hasilnya melebihi baku mutu.

Hasil uji lab yang belum memenuhi baku mutu ini menunjukkan IPLT Keputih belum maksimal dalam mengolah lumpur tinja. Hal ini dapat disebabkan

karena banyak hal diantaranya kesalahan proses, kesalahan operasional, beban yang terlalu tinggi, dan lain sebagainya. Kondisi ini dikhawatirkan akan menjadi lebih buruk lagi dengan adanya rencana Pemkot Surabaya untuk meningkatkan PAD dari sumber retribusi lumpur tinja. Dengan proyeksi kapasitas terisi yang semakin besar, ditakutkan unit pengolahan eksisting di IPLT Keputih tidak mampu mengolah dengan baik lumpur tinja yang ada.

Peninjauan tarif retribusi ini nantinya akan ditetapkan dengan Peraturan Walikota (Perwali) terkait Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) yang dicanangkan akan mulai diberlakukan di Kota Surabaya. Oleh karena itu, pertama kali dibutuhkan persiapan seperti optimasi proses dengan mengevaluasi kinerja eksisting IPLT Keputih agar hasilnya dapat lebih maksimal sembari mempersiapkan hal-hal terkait dengan aspek legalitas (peraturan). Nilai retribusi perlu ditinjau ulang untuk disesuaikan dengan kondisi perekonomian. Kemudian juga, dengan adanya legalitas terkait LLTT, diharapkan akan dapat meningkatkan kontribusi PAD.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi dasar dari penelitian. Rumusan masalah tersebut diantaranya:

1. Bagaimanakah kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih?
2. Bagaimanakah cara memperbaiki proses pengolahan di IPLT Keputih?
3. Bagaimanakah sistem retribusi lumpur tinja yang dapat diterapkan di Surabaya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih.
2. Merekomendasikan alternatif yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk memperbaiki proses pengolahan di IPLT Keputih.
3. Merekomendasikan alternatif sistem retribusi lumpur tinja yang dapat diterapkan di Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang membatasi penelitian ini antara lain:

1. Penelitian berlokasi di IPLT Keputih.
2. Data sekunder meliputi data hasil uji laboratorium, data terkait volume pembuangan lumpur tinja, data terkait retribusi, dan data lain yang mendukung.
3. Data primer meliputi data uji parameter setiap unit pengolahan mengacu kepada Pergub Jatim No 72 Tahun 2013, data kondisi eksisting retribusi, dan data eksisting proses IPLT Keputih.
4. Aspek yang ditinjau antara lain aspek teknis, aspek finansial, dan aspek lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian ini antara lain:

1. Menjadi acuan perbaikan sistem di IPLT Keputih.
2. Sebagai acuan penganggaran barang, jasa, dan belanja modal untuk kegiatan operasional di tahun-tahun mendatang.
3. Sebagai acuan pembuatan Peraturan Walikota.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lumpur Tinja dan Karakteristiknya

Lumpur tinja adalah istilah umum untuk padatan hasil dari penyimpanan *black water* yang terdiri dari berbagai jenis konsentrasi padatan (Tamakloe, 2014). Menurut Strande dkk (2014), lumpur tinja berasal dari teknologi sanitasi *on site* yang tidak dibuang ke dalam sistem pembuangan limbah. Di dalamnya dapat berupa padatan, semi padatan, dan cairan yang merupakan kombinasi dari ekskresi manusia dalam bentuk *black water*, yang tercampur dengan *grey water* ataupun tidak. Menurut Lestari dan Yudihanto (2013), lumpur tinja memiliki kandungan kadar organik yang sangat tinggi. Namun di samping itu juga memiliki tingkat toksisitas yang sangat tinggi. Untuk nilai kadar air di dalam lumpur tinja adalah sebesar 87,19% sedangkan kadar solidnya sebesar 12,81%.

Hampir di setiap negara berkembang masih menerapkan sistem sanitasi *on site* seperti tangki septik untuk mengolah air limbah dari toilet, sementara untuk air limbah dari dapur dan kamar mandi dibuang lewat saluran drainase (Strande dkk, 2014). Lumpur dari tangki septik atau yang disebut dengan lumpur tinja memiliki kadar polutan yang tinggi dan secara periodik perlu dilakukan pengurusan untuk diolah lebih lanjut. Namun pada kenyataannya, teknologi dan kebijakan yang digunakan untuk mengolah lumpur tinja ini masih kurang baik sehingga masih menyebabkan masalah kesehatan (Moertinah, 2010). Menurut Heinss dkk (1998), lumpur tinja memiliki karakteristik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja

Parameter	Sumber	
	Toilet Umum	Toilet Rumah
COD (mg/l)	20.000 - 50.000	< 10.000
COD:BOD	2:1 – 5:1	5:1 – 10:1
NH₄-N (mg/l)	2.000 – 5.000	<1.000
TS (mg/l)	>3,5 %	<3%
SS (mg/l)	>30.000	7.000
Total Coliform (cfu/100 ml)	500.000	500.000

Sumber: Heinss dkk (1998)

2.2 Parameter Pencemaran pada Limbah Cair

Menurut Qasim (1985), limbah domestik mengandung 99,9% air dan sisanya mengandung bahan organik tersuspensi dan terlarut serta anorganik terlarut. Karakteristik air limbah domestik terdiri dari karakteristik fisik, kimia, dan biologi.

2.2.1 Padatan Total

Padatan total (*total solid*) adalah parameter fisik yang menyatakan kandungan bahan padatan dalam air limbah, baik padatan yang terapung, mudah mengendap, koloid atau tersuspensi, dan yang terlarut. Keberadaan padatan dalam air limbah berasal dari padatan pada sumber limbah yang terbawa oleh air limbah dan dinyatakan dalam satuan massa padatan per satuan volume air, misal mg/L, yang berarti massa sejumlah padatan (mg) dalam satu liter air (Masduqi dan Assomadi, 2016).

2.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 L sampel air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. Analisis COD berbeda dengan analisis BOD namun perbandingan antara angka COD dan angkat BOD dapat ditetapkan. Pada umumnya, nilai COD dapat dinyatakan dalam satuan berat per volume (Dwinovantyo, 2011).

2.2.3 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Nilai BOD dinyatakan dalam satuan berat per volume (Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi, 2003).

2.2.4 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu contoh polutan yang dapat menyebabkan masalah lingkungan yang cukup parah. Konsentrasi minyak dan lemak yang tinggi di dalam saluran pembuangan dapat menyebabkan saluran pembuangan mengalami penyumbatan sehingga akan terjadi peluapan. Hal ini dapat mempengaruhi tidak hanya terhadap lingkungan tetapi juga mempengaruhi kesehatan (Hamid dkk, 2015).

2.2.5 pH

Kadar asam dan basa yang terlalu tinggi dapat merusak fasilitas pengumpulan dan pengolahan air limbah serta mencegah proses pengolahan biologis. Rentang pH untuk proses pengolahan air limbah domestik, rumah sakit, dan lain-lain adalah 7,73 – 8 (El Gawad dan Aly, 2011).

2.3 Pengolahan Lumpur Tinja

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 Lampiran II, sub sistem Pengolahan Lumpur Tinja berupa IPLT bertujuan untuk mengolah senyawa organik agar memenuhi persyaratan untuk dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan untuk keperluan tertentu. Menurut Oktarina dan Haki (2013), tujuan utama dilakukannya pengolahan lumpur tinja adalah:

1. Menurunkan kandungan zat organik dari dalam lumpur tinja.
2. Menghilangkan atau menurunkan kandungan mikroorganisme patogen.

2.3.1 Regulasi Terkait Baku Mutu

Air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, harus terlebih dahulu memenuhi baku mutu yang disyaratkan agar tidak menyebabkan terjadinya pencemaran di lingkungan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016, baku mutu untuk Lumpur Tinja yang tergolong ke dalam kategori air limbah domestik. Nilai baku mutu ini merupakan syarat aman dari lumpur tinja yang dibuang ke lingkungan. Artinya, tidak boleh lebih dari nilai yang tercantum. Baku mutu lumpur tinja dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Lumpur Tinja Versi KLHK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	30
Minyak dan Lemak	mg/l	5
Amoniak	mg/l	10
Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000

Sumber: Permen LHK 68 Tahun 2016

Jawa Timur sendiri memiliki baku mutu limbah domestik yang mengacu kepada Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Baku Mutu Lumpur Tinja Versi Pergub Jatim

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	50
TSS	mg/l	30
Minyak dan Lemak	mg/l	10

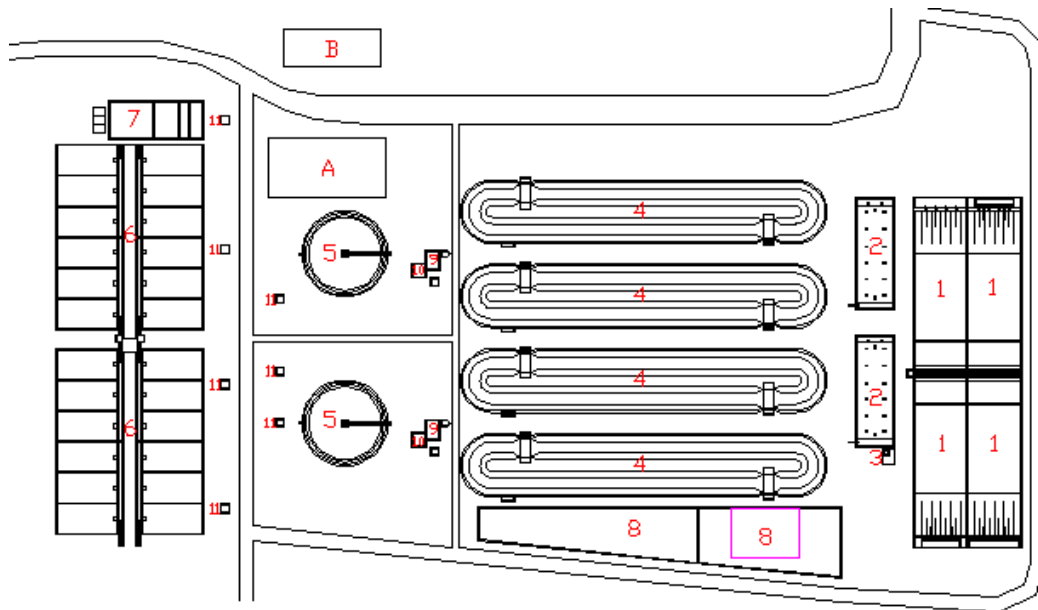
Sumber: Pergub Jatim No 72 Tahun 2013

2.3.2 IPLT Keputih

Kota Surabaya memiliki visi sanitasi untuk terwujudnya pelayanan sanitasi bagi masyarakat kota Surabaya yang handal, tepat guna, dan ramah lingkungan melalui penyediaan sistem sanitasi pengolahan limbah domestik yang memadai. Salah satu sistem sanitasi pengolahan adalah sistem sanitasi terpusat (*off site system*) (Dian dan Herumurti, 2016). Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah unsur/komponen sistem pengelolaan air limbah rumah tangga yang dibangun di daerah perkotaan dan berfungsi mengolah lumpur tinja (*faecal sludge/septage*) yang berasal dari tangki septik, sehingga hasil olahannya tidak mencemari lingkungan (Prayudi, 2013).

Kota Surabaya adalah salah satu kota yang telah mempunyai sistem sanitasi terpusat tersebut, yaitu IPLT yang terdapat di Kelurahan Keputih, Kecamatan

Sukolilo (Herumurti dan Dian, 2016). Layout IPLT Keputih dapat dilihat pada Gambar 2.1.



- Keterangan:
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| A = Kantor | 6 = Sludge Drying Bed |
| B = Parkiran | 7 = Polishing Pond |
| 1 = SSC | 8 = Drying Area |
| 2 = Balancing Tank | 9 = Distribution Box |
| 3 = Sump Well | 10 = Mixing Tank |
| 4 = Oxidation Ditch | 11 = Bak Kontrol |
| 5 = Clarifier | |

Gambar 2. 1 Layout IPLT Keputih

2.3.3 Unit Pengolahan di IPLT Keputih

Menurut Dian dan Herumurti (2016), IPLT Keputih memiliki kapasitas sebesar 400 m³, namun pada kondisi eksisting masih banyak terdapat *idle capacity* karena hanya terisi 137 m³/hari. Volume tinja yang masuk akan mempengaruhi operasi dan proses pada unit pengolahan. Unit pengolahan tersebut antara lain yaitu:

1. *Solid Separation Chamber (SSC)*

Menurut Kementerian PUPR (2017), SSC adalah unit pengolahan fisik yang paling banyak diterapkan pada IPLT di seluruh Indonesia. Menurut Hermana (2008), SSC berfungsi untuk memisahkan kandungan *solid* (padatan) yang sangat tinggi pada lumpur tinja dengan air (supernatan). Selain itu, unit ini juga memiliki fungsi untuk mengeringkan padatan yang tertinggal. Unit SSC disusun oleh media filter tipis yang berisi pasir dan

kerikil yang dilengkapi dengan underdrain di bagian bawah. Kriteria desain untuk unit SSC yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Kriteria Desain Unit SSC

Kriteria	Nilai	Satuan
Tebal lapisan pasir	20-30	cm
Tebal lapisan kerikil	20-30	cm
Ketebalan lumpur di atas pasir	30-50	cm
Waktu pengeringan lumpur	5-12	hari
Kandungan solid pada effluen	20% dari kandungan solid influen	%

Sumber: Hermana, 2008

2. *Balancing Tank / Equalization Tank*

Balancing tank pada umumnya berbentuk segi empat dan melingkar. Pada unit ini, pengendapan secara gravitasi dan tidak ada penambahan bahan kimia. Bak ini digunakan untuk mengatasi adanya masalah operasional, adanya variasi debit, dan menangani adanya masalah penanganan kualitas limbah cair yang akan masuk ke unit-unit pengolahan limbah (Saraswati, 2000). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, waktu detensi untuk *Balancing tank* adalah 6-8 jam. Adapun kriteria desain untuk *Balancing tank* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kriteria Desain *Balancing Tank*

No	Parameter Kerja	Kriteria Desain
1	Jangkauan <i>mixer</i>	1/2 – 2/3 dari kedalaman
2	Kecepatan gradien rata-rata	25-250 /s
3	<i>Dynamic Viscosity</i> suhu 30°C	0,798 x 10 ⁻³ N.s/m ²

Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003

3. *Oxidation Ditch (OD) / Parit Oksidasi*

Menurut Kementerian PUPR (2017), unit parit oksidasi merupakan unit pengolahan yang merupakan pengembangan metode pengolahan *extended aeration* yang diterapkan pada saluran sirkular dengan kedalaman 1 s/d 1.5 m, yang dibangun dengan pasangan batu. Unit parit oksidasi berfungsi untuk menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan nutrisi dalam air limbah domestik. Lumpur tinja yang masuk dialirkan berputar mengikuti saluran sirkular yang cukup panjang dengan tujuan terjadinya proses aerasi. Alat aerasi yang

digunakan berupa alat mekanik rotor berbentuk tabung dengan sikat baja. Rotor diputar melalui poros (axis) horizontal dipermukaan air yang disebut *cage rotor*. Kriteria desain unit parit oksidasi dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Kriteria Desain Unit *Oxidation Ditch*

No	Parameter	Nilai
1	<i>Organic Loading Rate</i> (OLR)	0,15-0,3 kg/m ³ hari
2	MLSS	3000-6000 mg/l
3	Waktu detensi	16-24 jam
4	Umur lumpur	15-30 hari
5	Efisiensi pengolahan	80-90%

Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003

Perhitungan yang digunakan untuk menentukan merencanakan unit *oxidation ditch* adalah sebagai berikut:

- *Organic Loading Rate (OLR)*

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), penentuan OLR pada air limbah dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$OLR = \frac{Q \times S_o}{V}$$

Dimana:

OLR : *Organic loading rate* (kg/m³.hari)

Q : Debit influen (m³/hari)

S_o : Influen BOD₅ (mg/L)

V : Volume bak (m³)

- Waktu Detensi

Waktu detensi merupakan waktu tinggal air limbah di dalam reaktor dengan satuan waktu. Pada pengolahan air limbah menurut Metcalf dan Eddy (2003), dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$td = \frac{V}{Q}$$

Dimana:

td : Waktu detensi (hari)

Q : Debit influen (m³/hari)

V : Volume biofilter (m³)

- Produksi Lumpur

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), produksi lumpur dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$Px = \frac{Y_{obs} \times Q \times (S_o - S_e)}{1000}$$

Dimana:

Px : Produksi lumpur (kg/hari)

S_o : Konsentrasi influen BOD₅ (mg/L)

S_e : Konsentrasi efluen BOD₅ (mg/L)

Q : Debit influen (m³/hari)

Y_{obs} : Koefisien *yield* observasi

4. Clarifier (*Secondary Clarifier*)

Prinsip operasi yang berlangsung di dalam *secondary clarifier* ini adalah pemisahan dari suatu suspensi ke dalam fase-fase padat (*sludge*) dan cair dari komponen-komponennya. Operasi ini dipakai dimana cairan yang mengandung zat padat ditempatkan dalam suatu bak tenang dengan desain tertentu sehingga akan terjadi pengendapan secara gravitasi (Metcalf dan Eddy, 2003). Kriteria desain unit *clarifier* dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Kriteria Desain Unit Clarifier

No	Parameter	Nilai
1	<i>Overflow Rate</i>	15 - 40 m ³ /m ² hari
2	<i>Solid Loading Rate</i>	50 - 150 kg/m ² hari
3	<i>Weir Loading</i>	<124 m ³ /m ² hari
4	Waktu Detensi	2 - 6 jam
5	<i>Solid Flux</i>	2 - 4,2 kg/m ² jam

Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003

5. Sludge Drying Bed (SDB)

SDB berfungsi untuk membantu proses pengeringan lumpur dari unit *clarifier* dengan penguapan alamiah oleh sinar matahari (Dian dan Herumurti, 2016). Menurut Putri (2011), lumpur dari pengendapan biologis akan

diangkut dan diletakkan pada unit SDB yang dilengkapi dengan media pasir dan kerikil sehingga cairan dan padatan akan terpisah. Cairan akan menuju ke saluran bawah dan padatan akan dikeringkan dengan menggunakan cahaya matahari.

Menurut Cofie dkk, (2006), ketebalan media pasir kasar dan halus yang digunakan sebagai media masing-masing adalah 15 cm. Sedangkan untuk media kerikil yang digunakan memiliki ketinggian optimum 25 cm. Dengan desain sedemikian rupa, didapatkan waktu pengeringan lumpur selama 2 minggu dengan ketebalan lumpur 30 cm.

2.3.4 Efisiensi Pengolahan di IPLT Keputih

Efisiensi kinerja dari unit pengolahan air limbah dapat dilihat dari hasil outlet yang dibandingkan dengan inlet awal dari air limbah. Pengecekan efisiensi ini perlu dilakukan rutin untuk melihat kinerja dari unit pengolahan tersebut (Gafur, 2015). Air limbah yang dibuang ke lingkungan dengan kondisi tidak memenuhi baku mutu berpotensi untuk menambah beban pencemaran yang ada di lingkungan. Sebagai upaya dari hal tersebut, diperlukan pemantauan rutin kualitas air limbah (Sushanti dkk, 2018). Hasil uji laboratorium IPLT Keputih dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Hasil Uji Laboratorium IPLT Keputih

Parameter	Inlet	Outlet	Baku Mutu
BOD	2318.67	71.82	30
COD	9253.83	182.65	50
TSS	6270	36	30
Minyak dan Lemak	368.2	1	10
pH	7.1	6.39	6-9

Sumber: Hasil Uji Lab Bulan Januari 2019

2.4 Retribusi Lumpur Tinja

Pendapatan Asli Daerah (PAD) adalah pendapatan yang diperoleh daerah yang dipungut berdasarkan peraturan daerah sesuai dengan perundang-undangan (Halim dan Nasir, 2006). Menurut Putra (2010), peningkatan penerimaan pajak dan retribusi daerah merupakan salah satu cara yang digunakan oleh pemerintah daerah dalam rangka meningkatkan pendapatan asli daerah.

Menurut UU No 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, retribusi adalah pungutan daerah sebagai pembayaran atas jasa atau pemberian izin tertentu yang khusus disediakan oleh pemerintah kepada orang pribadi atau badan. Menurut Siahaan (2005), retribusi daerah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Retribusi merupakan pungutan yang dipungut berdasarkan undang-undang dan peraturan daerah yang berkenaan.
2. Hasil penerimaan retribusi masuk ke kas pemerintah daerah.
3. Pihak yang membayar retribusi mendapatkan balas jasa secara langsung dari pemerintah atas pembayaran yang dilakukannya.
4. Terdapat sanksi berupa tidak memperoleh jasa yang diselenggarakan oleh pemerintah daerah bagi yang tidak membayar retribusi.

Di dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya No 1 Tahun 2016 disebutkan bahwa pengolahan Lumpur Tinja juga merupakan salah satu jenis retribusi jasa umum. Pengenaan retribusi jasa umum didasarkan pada jasa yang disediakan oleh pemerintah daerah. Setiap pelayanan pengolahan limbah cair dalam bentuk Lumpur Tinja pada instalasi pengolahan Lumpur Tinja dikenakan retribusi sebesar Rp. 15.000/m³.

2.4.1 Pengaplikasian Pungutan Retribusi Lumpur Tinja

Menurut Nelwan dkk (2003), biaya retribusi dapat ditentukan dengan memperhitungkan biaya operasi dan pemeliharaan yang ada pada instalasi yang kemudian dibagikan dengan jumlah volume pengolahan. Dengan demikian, akan dapat ditentukan nilai harga retribusi yang dibebankan. Metode pembayaran retribusi Lumpur Tinja dapat dilakukan dengan beberapa opsi:

1. Pembayaran langsung melalui petugas yang ditunjuk (Rizal, 2014).
2. Pembayaran dengan pemungutan langsung bersama dengan rekening PDAM untuk yang sudah berlangganan PDAM (Nelwan dkk, 2013).

2.4.2 Biaya Retribusi Lumpur Tinja Berbagai Daerah

1. Kabupaten Purworejo
Mengacu kepada Peraturan Daerah Kabupaten Purworejo No 8 Tahun 2009 Tentang Retribusi Pengelolaan Lumpur Tinja, biaya retribusi

penyedotan kakus adalah sebesar Rp. 200.000 untuk 1 kali pelayanan penyedotan. Sedangkan untuk pembuangan Lumpur Tinja di IPLT milik pemerintah daerah oleh pengusaha penyedotan kakus adalah sebesar Rp. 25.000 untuk setiap 1 unit mobil tangki tinja.

2. Kabupaten Malang

Mengacu kepada Peraturan Daerah Kota Malang No 1 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lumpur Tinja dan Air Kotor, biaya retribusi pembuangan lumpur tinja ke IPLT adalah sebesar Rp. 10.000 untuk setiap tanki.

3. Kota Jakarta

Kota Jakarta telah menerapkan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) yang diatur dalam Pergub No 1 Tahun 2018 Tentang Pengelolaan Lumpur Tinja. Biaya untuk pendaftaran pelanggan pertama yaitu sebesar Rp. 330.000 dan untuk setiap bulannya dikenakan biaya sebesar Rp. 16.500.

2.5 Optimasi Retribusi

Optimasi adalah adalah upaya untuk meningkatkan kemampuan yang paling diinginkan diantara kriteria efektivitas atau dengan kata lain upaya untuk memaksimalkan sumber-sumber yang telah dimiliki untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Sedangkan optimasi retribusi adalah upaya untuk memaksimalkan jumlah imbalan yang dipungut pemerintah atas jasa pelayanan jasa umum guna meningkatkan pemasukan PAD (Solikhah, 2018). Optimasi merupakan pencapaian suatu keadaan yang terbaik, yaitu pencapaian solusi masalah yang diarahkan pada batas maksimum dan minimum yang ditentukan (Supratman, 2011).

Menurut Murugan dkk (2013), secara umum ada 2 buah metode optimasi yang digunakan yaitu:

1. Optimasi tanpa kendala yaitu faktor-faktor yang menjadi kendala terhadap fungsi tujuan diabaikan sehingga dalam menentukan nilai maksimum dan minimum tidak ada batasan untuk berbagai pilihan yang tersedia.

2. Optimasi dengan kendala yaitu faktor-faktor yang menjadi kendala terhadap fungsi tujuan ikut diperhatikan dalam menentukan nilai maksimum ataupun minimum.

Retribusi dan pajak adalah yang dipungut oleh pemerintah daerah, akan tetapi terdapat perbedaan yaitu terletak pada timbal balik yang diterima. Retribusi akan mendapat timbal balik secara langsung, sedangkan pajak tidak langsung (Mardiasmo, 2011).

Menurut Sutedi (2008), upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan penerimaan retribusi diantaranya adalah memperluas basis penerimaan, memperkuat proses pemungutan, meningkatkan pengawasan, meningkatkan efisiensi administrasi dan menekan biaya pemungutan, meningkatkan kapasitas penerimaan melalui perencanaan yang lebih baik.

2.5.1 Proses dan Prosedur Pemungutan Retribusi

Menurut Rachmawan dkk (2016), proses dan prosedur pemungutan retribusi adalah sebagai berikut:

1. Penghimpunan Data Objek dan Subjek
Penggumpunan data ini merupakan proses pendataan ulang terhadap jumlah objek dan subjek retribusi yang ada.
2. Penentuan Besarnya Tarif
Data berupa objek dan subjek retribusi yang telah dilakukan pendataan akan ditentukan besarnya retribusi terutang yang akan dibebankan.
3. Penagihan
Penagihan adalah proses yang dilakukan apabila wajib retribusi enggan melakukan pembayaran retribusi terutangnya.
4. Pengawasan Penyetoran
Pengawasan merupakan proses terakhir dalam serangkaian kegiatan retribusi.

2.5.2 Tolok Ukur Optimasi Retribusi

Menurut Nusa dkk (2018), ada 4 tolok ukur untuk menilai retribusi daerah. Keempat hal ini dijadikan dasar oleh pemerintah daerah untuk dapat menarik pajak.

1. *Equity* (Keadilan Pajak dan Retribusi)

Keadilan dinilai berdasarkan dua pendekatan yaitu pendekatan manfaat dan kemampuan membayar.

2. Efisiensi Ekonomi

Diharapkan retribusi tidak akan menghambat perekonomian. Retribusi dapat menjadi penghambat perkembangan dan pertumbuhan ekonomi karena menyerap pendapatan masyarakat.

3. Kemampuan Melaksanakan

Kelayakan suatu daerah untuk melaksanakan pungutan dapat diketahui dari beberapa kriteria, yaitu apakah daerah tersebut memang daerah yang tepat untuk suatu pajak dibayarkan, tempat memungut pajak adalah tempat akhir beban pajak, dan pajak tidak mudah dihindari. Apabila suatu daerah memiliki ketiga kriteria tersebut, maka daerah tersebut layak sebagai daerah pemungut pungutan daerah.

4. Kesesuaian Sebagai Penerimaan Daerah

Yang dimaksud dengan kesesuaian pungutan sebagai penerimaan daerah dapat dilihat dari dua hal, pertama dibandingkan dengan daerah yang sejenis, dan kedua dibandingkan dengan daerah yang lebih tinggi. Kesesuaian dari hal yang pertama, yaitu kesesuaian dibandingkan dengan daerah sejenis.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 3

KONDISI EKSISTING IPLT KEPUTIH

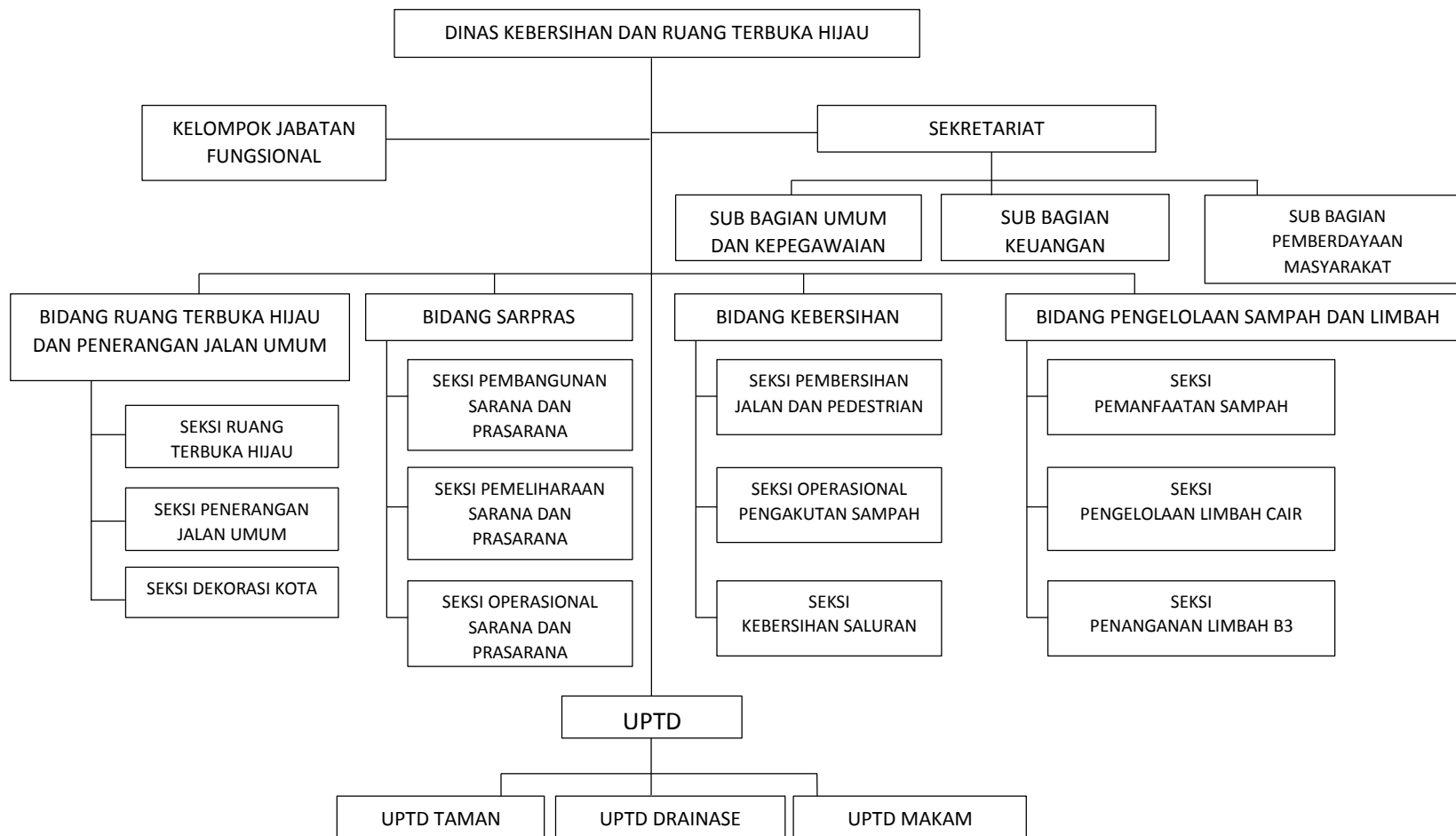
3.1 Kelembagaan

IPLT Keputih merupakan instalasi yang berada di bawah naungan Seksi Pengelolaan Limbah Cair (PLC) Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah (PSL) Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya. Instalasi ini sudah dioperasikan sejak tahun 1991 dengan luas total lahan sebesar 2,1 Ha. IPLT Keputih merupakan satu-satunya instalasi pengolahan Lumpur Tinja yang ada di Kota Surabaya. IPLT Keputih dalam perjalanannya telah mengalami beberapa kali *upgrade* sistem. Salah satu contohnya adalah adanya unit baru yaitu SSC yang mengurangi beban dari proses.

Adapun untuk pekerja yang bekerja di IPLT Keputih adalah sebanyak 34 orang. Pekerja terdiri dari Pegawai Negeri Sipil (PNS) dan *outsourcing* (Tenaga Kontrak). Kemudian, sehari-harinya pekerjaan di IPLT Keputih dibagi menjadi 4 jam kerja dengan pembagian sebagai berikut:

- *Shift I* : 06.00-14.00 WIB
- *Shift II* : 14.00-22.00 WIB
- *Shift III* : 22.00-06.00 WIB
- Administrasi : 07.00-16.00 WIB

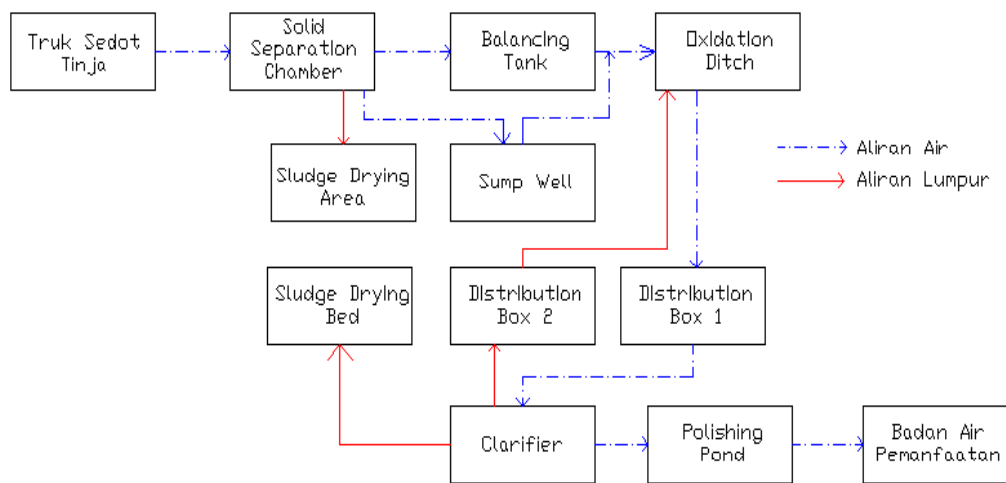
Pada mulanya, IPLT Keputih berdiri sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) DKRTH. Namun, mulai tahun 2017 status IPLT Keputih berubah menjadi salah satu seksi dinas. Perubahan kelembagaan karena peningkatan akses atau skala pelayanan sanitasi memiliki tugas dan fungsi pengelolaan sanitasi dalam pengembangannya akan lebih efisien dengan memisahkan antara fungsi regulator dan operator, yaitu perangkat (dinas) sebagai regulator dan UPTD yang bertindak sebagai operator. Berubahnya status IPLT Keputih dari UPTD menjadi seksi merupakan suatu kemunduran karena membuat segala keputusan bergantung kepada kepala bidang. Struktur organisasi DKRTH dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Struktur Organisasi DKRTH

3.2 Kondisi Pengolahan

Pengolahan utama di IPLT Keputih menggunakan prinsip pengolahan secara biologis menggunakan sistem lumpur aktif. Adapun sebelum masuk ke pengolahan utama, terlebih dahulu Lumpur Tinja diolah di unit pretreatment fisik berupa SSC. Adapun prinsip pengolahan yang dilakukan adalah pemisahan antara padatan dan cairan agar didapatkan effluen dengan kualitas yang memenuhi baku mutu. Adapun alur pengolahan di IPLT Keputih dapat dilihat pada Gambar 3.2. Sedangkan gambar teknik dari tiap unit dapat dilihat pada Lampiran D.



Gambar 3. 2 Alur Pengolahan di IPLT Keputih

3.2.1 Solid Separation Chamber (SSC)

SSC berfungsi untuk memisahkan kandungan solid (padatan) yang sangat tinggi pada lumpur tinja dengan air (supernatan). SSC pada IPLT Keputih terdiri dari 3 unit, dengan dimensi yaitu panjang 22 m, lebar 8,5 m, dan tinggi 2,75 m. Unit SSC dilengkapi dengan media pasir dan kerikil di bagian bawah agar didapatkan supernatan yang kualitasnya lebih baik. Supernatan akan mengalir menuju ke *sump well* melalui sistem perpipaan bawah tanah (*underdrain*). Sedangkan, *overflow* akan mengalir melalui pintu *gutter* untuk masuk ke dalam unit *balancing tank*.

Saat ini, pada salah unit SSC di IPLT Keputih sedang dilakukan pembangunan unit pengolahan baru yaitu *grease trap* yang akan digunakan sebagai *pretreatment* untuk limbah yang berasal dari rumah makan. Kondisi eksisting SSC dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Kondisi Eksisting SSC

1. Pengoperasian eksisting unit SSC IPLT Keputih
 - Truk sedot tinja membuang limbahnya ke dalam bak ukur untuk dilakukan pencatatan volume.
 - Setelah pembuangan selesai, pintu bak ukur dibuka agar air mengalir menuju ke SSC.
 - Bak SSC dioperasikan secara bergantian selama 15 hari sekali (waktu pengeringan).
 - Untuk 1 hari operasi, pintu *gutter* yang menuju ke *balancing tank* dibuka sebanyak 2 kali yaitu pada pagi dan siang hari.
 - Selama masa pengeringan, padatan disisihkan menggunakan *crane* untuk dipindahkan ke *drying area*.

2. Kondisi Fisik SSC

Material bangunan SSC dibuat dari beton dengan kondisi yang masih baik. Sedangkan material pintu *gutter* terbuat dari besi yang juga dalam kondisi baik karena baru saja direnovasi pada Tahun Anggaran Kerja 2019.

3. Penempatan Media dan Ketinggian Lumpur

SSC dilengkapi dengan media pasir serta kerikil yang digunakan untuk menyaring supernatan dari padatannya. Di IPLT Keputih, penggunaan media pasir dan kerikil dikondisikan berada pada ketinggian 30 cm untuk masing-masing media. Sedangkan untuk ketinggian lumpur, biasanya saat

sebelum waktu pembersihan menggunakan *crane*, ketinggian *cake* bisa mencapai 100 cm.

3.2.2 *Balancing Tank*

Balancing tank adalah unit yang berfungsi untuk menampung air limbah yang berasal dari *overflow* SSC yang keluar melalui pintu *gutter*. *Balancing tank* pada IPLT Keputih terdiri dari 2 unit dengan dimensi yaitu panjang 18 m, lebar 6 m, dan kedalaman 2,5 m. *Balancing tank* di IPLT Keputih dilengkapi dengan pompa *submersible* untuk mengalirkan air menuju ke pengolahan selanjutnya. Kondisi eksisting *balancing tank* dapat dilihat pada Gambar 3.4. Adapun spesifikasi pompa yang digunakan adalah:

- Daya / Watt = 5,5 Hp / 5,5 kW
- Diameter = 4 inch
- Phase = 3 Phase
- Head = 27 m
- Kapasitas = 0,5 m³/menit



Gambar 3. 4 Kondisi Eksisting *Balancing Tank*

1. Pengoperasian Eksisting *Balancing Tank*

Adapun untuk pengoperasian kerja eksisting dari unit *balancing tank* ini adalah sebagai berikut:

- Pompa dinyalakan secara manual dengan pengisian sebanyak 2x sehari.
- Untuk mengurangi kadar kepekatan, pompa dari *sump well* juga dinyalakan ketika pompa *balancing tank* menyala.

2. Kondisi Fisik

Balancing tank terbuat dari beton yang masih dalam kondisi baik dan masih dapat menampung lumpur tinja. *Balancing tank* tidak dilengkapi dengan fasilitas *mixing*.

3.2.3 Oxidation Ditch (OD)

OD merupakan unit modifikasi *activated sludge* dengan proses biologis secara aerobik dan anoksik. Unit OD berfungsi untuk menyisihkan bahan organik pada supernatan dengan memanfaatkan mikroorganisme. OD pada IPLT Keputih terdiri dari 4 unit, dengan dimensi yaitu panjang total 60,2 m, lebar permukaan 4 m, tinggi permukaan 1,85 m, dan tinggi supernatan 1,35 m. Inlet OD berasal dari *balancing tank* yang dicampur dengan air dari *sump well* yang berfungsi sebagai pengencer agar konsentrasi tidak terlalu pekat. Sistem inlet yang digunakan adalah menggunakan pompa *submersible*. Sedangkan outlet menggunakan pintu air yang dibuka secara manual. Kondisi eksisting OD dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Kondisi Eksisting Oxidation Ditch

1. Pengoperasian Eksisting Oxidation Ditch

Adapun untuk pengoperasian eksisting dari unit *oxidation ditch* ini adalah sebagai berikut:

- Pengoperasian OD dilakukan dengan 3 operasi dan 1 cadangan.
- Rotor berada dalam kondisi selalu menyala selama 24 jam.
- Pompa dari *balancing tank* dan *sump well* dinyalakan secara manual dengan pengisian sebanyak 2x sehari.
- Pintu air menuju *clarifier* dibuka 2x sehari pada pagi dan siang hari.

- Untuk mengurangi kadar kepekatan, pompa dari *sump well* juga dinyalakan ketika pompa *balancing tank* menyala.

2. Kondisi Fisik

Material OD terbuat dari pondasi batu kali yang masih dalam kondisi baik dan masih dapat menampung lumpur tinja.

3.2.4 Clarifier

Clarifier merupakan unit pengendapan dari hasil proses pengolahan secara biologis pada *oxidation ditch*. Fungsi lain dari *clarifier* adalah sebagai unit pemisah antara partikel padat dengan air, agar air yang keluar dari *clarifier* terpisah dari padatnya. *Clarifier* pada IPLT Keputih terdiri dari 2 unit, dengan dimensi yaitu diameter 12 m dan tinggi 3 m. Unit *clarifier* ini dilengkapi dengan *scraper* yang berfungsi untuk mempermudah proses pengendapan yang terjadi. Di dalam *clarifier* terdiri dari 3 zona yaitu zona lumpur, zona pengendapan, dan zona air bersih yang keluar melalui pelimpah. Kondisi eksisting *clarifier* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Kondisi Eksisting Clarifier

1. Pengoperasian Eksisting Clarifier

Adapun untuk operasional eksisting dari *clarifier* ini adalah sebagai berikut:

- Pompa pengurasan menuju ke SDB dinyalakan secara manual dengan pengisian sebanyak 2x sehari yaitu pada pagi dan siang hari.
- Pompa *return sludge* dinyalakan 2x sehari setelah selesai pengisian SDB.

- Pompa pengenceran dari *polishing pond* dinyalakan beriringan dengan pompa *return sludge* untuk membantu pengenceran agar tidak terlalu pekat.

2. Kondisi Fisik

Material *clarifier* terbuat dari beton yang masih dalam kondisi baik sehingga tidak perlu melakukan perawatan fisik bangunan.

3.2.5 *Sludge Drying Bed* (SDB)

Unit SDB berfungsi untuk membantu proses pengeringan lumpur dari unit final *clarifier* dengan penguapan alamiah oleh sinar matahari. SDB pada IPLT Keputih terdiri dari 24 unit, dengan dimensi yaitu panjang 10 m, lebar 5 m, dan tinggi 1,5 m. Inlet SDB berasal dari lumpur yang mengendap pada *clarifier* dengan sistem pemompaan. SDB dilengkapi dengan media pasir dan kerikil di bagian bawah agar didapatkan supernatan yang kualitasnya lebih baik. Supernatan akan mengalir menuju ke *sump well* melalui sistem perpipaan bawah tanah (*underdrain*). Kondisi eksisting SDB dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Kondisi Eksisting *Sludge Drying Bed*

1. Pengoperasian Eksisting Unit SDB

- Pompa menuju SDB dinyalakan 2x dalam sehari.
- Tidak ada aturan spesifik terkait dengan waktu pengeringan SDB. Lumpur SDB dipanen ketika ada permintaan kompos tinja.
- Lumpur kering sudah dapat diangkut menggunakan alat berat untuk disalurkan ke taman-taman dan aset pemkot yang membutuhkan.

2. Kondisi Fisik SDB

Material bangunan SDB dibuat dari beton dengan kondisi yang masih baik. Namun, pintu pada saluran pembagi sudah dalam kondisi rusak dan butuh pergantian. Kondisi eksisting yang ada, pintu saluran pembagi digantikan dengan batu sebagai penutup. Akibatnya, pendistribusian lumpur ke SDB menjadi tidak merata.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Kerangka Penelitian

Metode penelitian digunakan sebagai acuan untuk memudahkan dalam melakukan penelitian. Metode penelitian disajikan dalam bentuk kerangka penelitian yang berisi rangkaian pokok kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian dari awal hingga selesai. Kerangka penelitian digunakan untuk menggambarkan langkah kerja yang sistematis dan terencana sehingga dapat meminimalisir kesalahan yang mungkin dapat timbul.

Penyusunan kerangka penelitian dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Sebagai gambaran awal mengenai tahapan penelitian yang akan dilaksanakan agar pelaksanaan penelitian dapat terencana secara sistematis.
2. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penelitian dari awal penelitian sampai penulisan laporan akhir penelitian.
3. Mempermudah untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian.
4. Menghindari dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan yang terjadi selama penelitian berlangsung.
5. Sebagai indikator yang dapat dipantau secara rutin dari ketercapaian/keberhasilan penelitian.

Ide penelitian ini didasarkan pada pengolahan di IPLT Keputih eksisting yang hasilnya masih di atas baku mutu yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan. Sedangkan, dalam waktu dekat, Pemkot Surabaya berencana untuk meningkatkan PAD dari retribusi Lumpur Tinja. Dengan demikian, akan meningkatkan volume pengolahan di IPLT Keputih. Oleh karena itu, diperlukan optimasi terkait proses pengolahan Lumpur Tinja di IPLT Keputih dan juga optimasi terkait sistem retribusi Lumpur Tinja. Adapun kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Latar Belakang/Kondisi Eksisting

Pemerintah Kota Surabaya mengarahkan retribusi pengolahan lumpur tinja sebagai salah satu sumber peningkatan PAD. Kondisi yang ada, IPLT Keputih dengan *idle capacity* sebesar 300 m³/hari hasilnya masih belum memenuhi baku mutu. Perlu perbaikan IPLT Keputih untuk mendukung pengembangan target pasar.

Potensi Penelitian/Kondisi Ideal

- Unit pengolahan lumpur tinja di IPLT Keputih memenuhi baku mutu sesuai Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 agar aman ketika dibuang ke lingkungan.
- Peraturan terkait retribusi lumpur tinja ditinjau ulang dengan mempertimbangkan kondisi perekonomian.

Rumusan Masalah

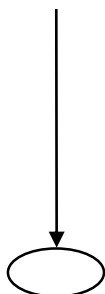
1. Bagaimanakah kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih?
2. Bagaimanakah cara memaksimalkan proses pengolahan di IPLT Keputih?
3. Bagaimanakah penataan sistem retribusi Lumpur Tinja yang dapat diterapkan di Surabaya?

Tujuan

1. Mengevaluasi kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih.
2. Merekomendasikan alternatif yang dapat dilakukan sebagai upaya memaksimalkan proses pengolahan di IPLT Keputih.
3. Merekomendasikan alternatif sistem penataan retribusi Lumpur Tinja yang dapat diterapkan di Surabaya.

Studi Literatur

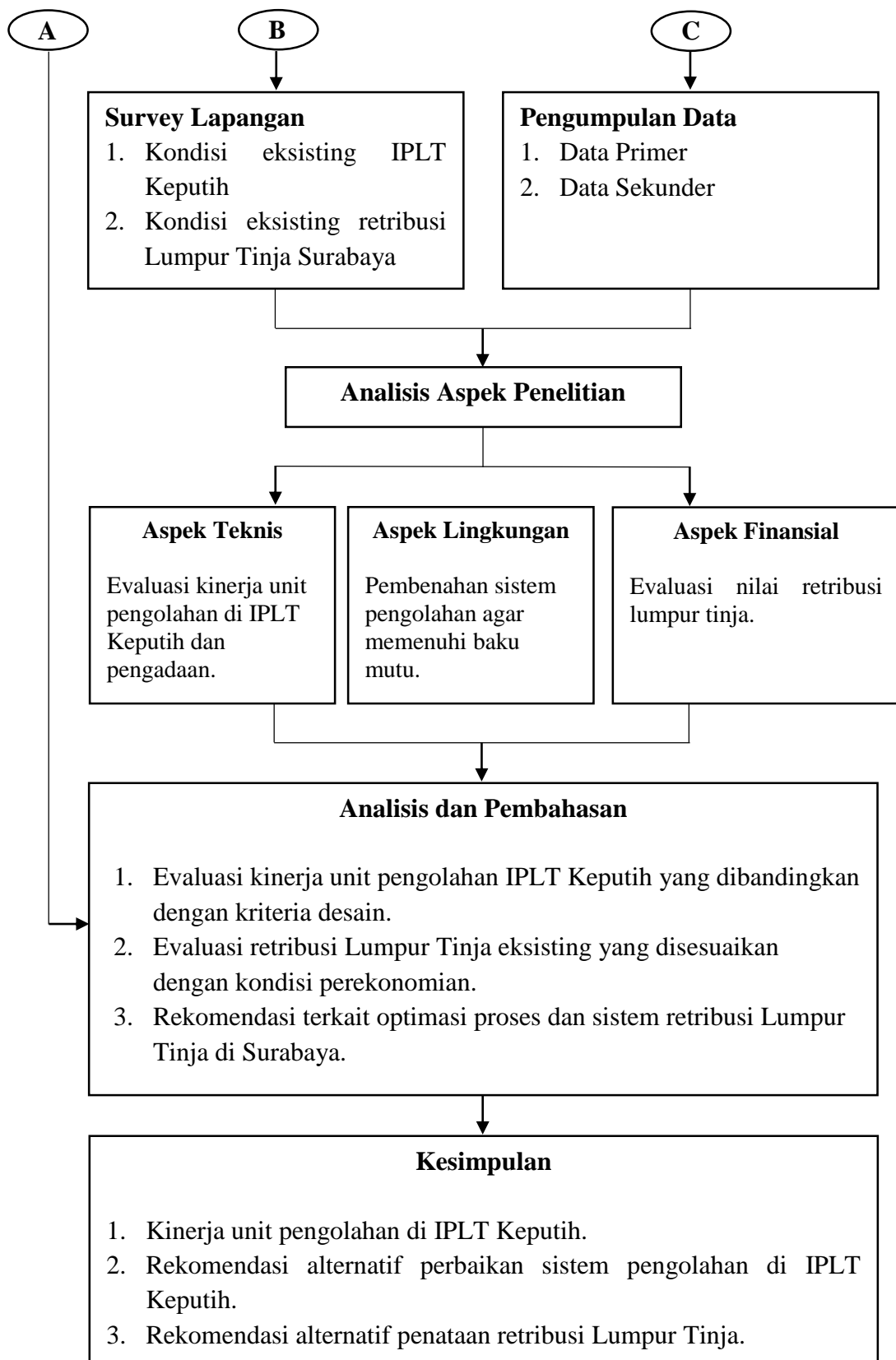
1. Lumpur Tinja dan Karakteristiknya
2. Parameter pencemaran
3. Pengolahan akhir lumpur
4. Retribusi lumpur tinja
5. Berbagai regulasi



A

B

C



Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian

4.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan dasar teori yang kuat dan berkaitan dengan penelitian. Studi literatur digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan kegiatan penelitian. Sumber literatur meliputi *text book*, jurnal/artikel ilmiah, laporan penelitian, dan tugas akhir terdahulu yang berhubungan dengan penelitian. Penelitian ini menggunakan studi literatur diantaranya tentang:

- Lumpur tinja dan karakteristiknya
- Parameter pencemaran pada Lumpur Tinja
- Pengolahan lumpur tinja
- Retribusi lumpur tinja
- Berbagai regulasi terkait pengelolaan lumpur tinja

Studi literatur dilakukan mulai dari sejak penyusunan proposal hingga laporan terselesaikan. Saat dilakukan analisis dan pembahasan hasil penelitian, hasil studi literatur dijadikan sebagai acuan penulisan.

4.3 Survey Lokasi

Survey lokasi dilaksanakan di IPLT Keputih dengan bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan IPLT Keputih secara langsung, operasional eksisting, serta sampling air limbah untuk mengetahui kinerja tiap unit pengolahan. Adapun untuk frekuensi dari kegiatan survey ke lokasi ini sendiri menyesuaikan terhadap kebutuhan yang ada. Dokumentasi survey dapat dilihat pada Lampiran C. Rincian detail survey:

- Survey 1 = Pengukuran dimensi tiap unit pengolahan
- Survey 2 = Peninjauan kondisi fisik
- Survey 3 = Pengambilan sampel
- Survey 4 = Wawancara

4.4 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data pendukung penelitian. Ada dua jenis data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder.

4.4.1 Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil survei lapangan, wawancara, dan penelitian laboratorium yang dilakukan oleh pekasana penelitian sendiri. Pengumpulan data primer ini meliputi 3 tahapan, yaitu kondisi eksisting, pengambilan sampel, dan penelitian laboratorium. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Data kondisi eksisting IPLT Keputih

Data kondisi eksisting IPLT Keputih didapatkan dari survey langsung ke lapangan. Untuk data dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Kondisi Eksisting dan Fungsi

Data	Fungsi Data
Kondisi fisik unit pengolahan di IPLT Keputih	Evaluasi kondisi fisik
Jumlah truk yang masuk ke IPLT	Menentukan debit lumpur tinja yang masuk
Kondisi elektrikal-mekanikal IPLT Keputih	Evaluasi elektrikal-mekanikal
Dimensi bangunan unit IPLT Keputih	Perhitungan teknis untuk evaluasi
SOP eksisting IPLT Keputih	Evaluasi SOP eksisting

2. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan untuk validasi data sekunder yang sudah tersedia dan karena adanya fluktuasi dari kualitas air limbah. Dokumentasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran. Detail pengambilan sampel:

- Sampel diambil di titik influen dan efluen dari SSC, *balancing tank*, *Oxidation ditch*, *clarifier*, dan SDB.
- Sampling menggunakan metode *composite sampling* mengacu kepada SNI 6989.59:2008 Tentang Metode Pengambilan Sampel Air Limbah.
- Sampel diambil sebanyak 1 kali.
- Layout titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.2.

3. Penelitian laboratorium

Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristand) Kota Surabaya. Metode analisis dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Metode Pengukuran Parameter Penelitian

No	Parameter	Metode	Sumber
1	BOD	Winkler	SNI 06-2503-1991
2	COD	Open Refluks	APHA 5220 C 2012
3	TSS	Gravimetri	APHA 2540 D 2012
4	pH	Elektrometri	SNI 06-6989.11- 2004
5	Minyak dan lemak	Gravimetri	SNI 6989.11-2011

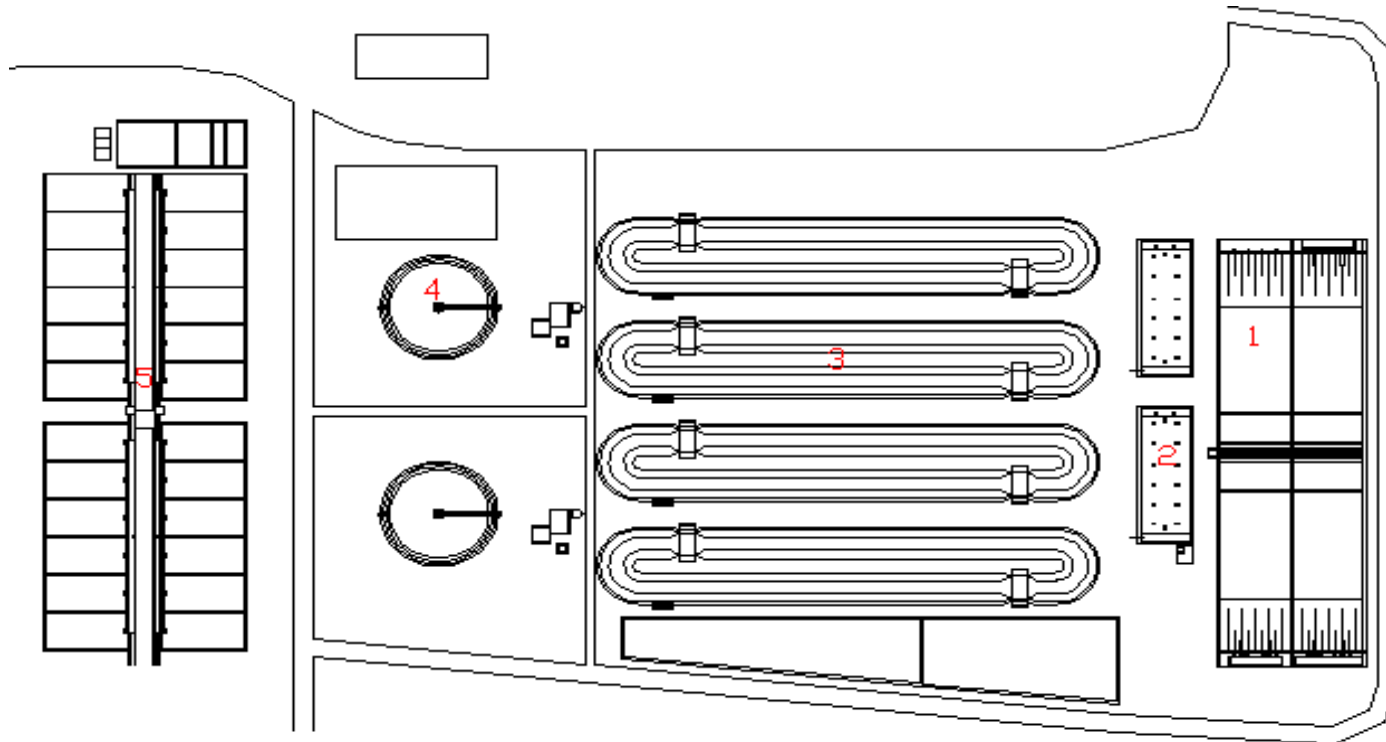
4. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan teknik wawancara mendalam (*In-depth Interview*) dimana responden merupakan pengelola IPLT Keputih dengan maksud atau tujuan tertentu yaitu untuk mencari data dan informasi yang lebih lengkap tentang IPLT Keputih. Wawancara dijadikan sebagai acuan untuk menggali informasi secara mendalam.

Detail wawancara:

- Pembahasan terkait sistem pengolahan di IPLT Keputih dengan pekerja di IPLT Keputih.
- Pembahasan terkait sistem penyedotan lumpur tinja yang dilakukan oleh swasta kepada perusahaan swasta.
- Pembahasan terkait regulasi dengan Dosen Hukum Universitas Airlangga.

Dokumentasi kegiatan wawancara dapat dilihat pada Lampiran C.



Keterangan:

- 1 = Solid Separation Chamber
- 2 = Balancing Tank
- 3 = Oxidation Ditch
- 4 = Clarifier
- 5 = Sludge Drying Bed

Gambar 4. 2 Titik Pengambilan Sampel

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder didapatkan melalui dokumen-dokumen, data-data, serta laporan-laporan yang telah ada di DKRTH. Data sekunder dan fungsi data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Sekunder dan Fungsi Data

Data	Fungsi Data
Tren debit lumpur tinja yang masuk	Mengetahui kondisi pembuangan eksisting di IPLT Keputih dan sebagai acuan penentuan nilai retribusi tinja
Data kependudukan Kota Surabaya	Acuan proyeksi lumpur tinja yang akan masuk
Data hasil uji laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya	Mengetahui kinerja proses eksisting
Data pengeluaran untuk aset, operasional, gaji pegawai, dan lain sebagainya terkait pengolahan	Menjadi acuan penentuan biaya retribusi

4.5 Analisis Data dan Pembahasan

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data untuk selanjutnya dilakukan pembahasan. Analisis data dan pembahasan meliputi evaluasi kinerja operasi dan proses di IPLT Keputih, evaluasi nilai retribusi, dan rekomendasi terkait optimasi sistem di IPLT Keputih.

4.5.1 Evaluasi Kinerja Operasi dan Proses IPLT Keputih

Menurut Putra (2018), untuk mengevaluasi proses pengolahan air limbah, perlu dilakukan analisis kinerja setiap unit. Analisis kinerja dari setiap unit bangunan pengolahan yang di dalamnya terjadi proses, meliputi:

1. *Solid Separation Chamber* dengan parameter:
 - Ketinggian media dan ketinggian lumpur (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
 - Waktu pengeringan (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)

- SOP pengisian (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
 - Efisiensi proses (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
 - Saluran *Underdrain* (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
2. *Balancing Tank* dengan parameter:
- SOP pemompaan (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
 - Ketersediaan volume penampungan (Permen PUPR No 4 Tahun 2017)
3. *Oxidation Ditch* dengan parameter:
- Waktu aerasi (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - *Organic Loading Rate* (OLR) (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - Rasio MLVSS/MLSS (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - Produksi lumpur (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - SOP *return sludge* (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - Efisiensi proses (Metcalf dan Eddy, 2003)
4. *Clarifier* dengan parameter:
- Waktu pengendapan (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - SOP pemompaan (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - *Hydraulic Loading Rate* (HLR) (Metcalf dan Eddy, 2003)
5. *Sludge Drying Bed* dengan parameter:
- Ketinggian media dan ketinggian lumpur (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - Waktu pemompaan (Metcalf dan Eddy, 2003)
 - SOP pengisian (Metcalf dan Eddy, 2003)

4.5.2 Evaluasi Nilai Retribusi

1. Efektivitas retribusi pengolahan lumpur tinja dapat dihitung dengan menggambarkan rasio antara realisasi pendapatan dengan targetnya (Halim, 2008).

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{Realisasi penerimaan retribusi lumpur tinja}}{\text{Target penerimaan retribusi lumpur tinja}} \times 100\%$$

- Kontribusi retribusi pengolahan lumpur tinja terhadap retribusi daerah dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kontribusi} = \frac{\text{Realisasi penerimaan retribusi lumpur tinja}}{\text{Realisasi penerimaan retribusi daerah}} \times 100\%$$

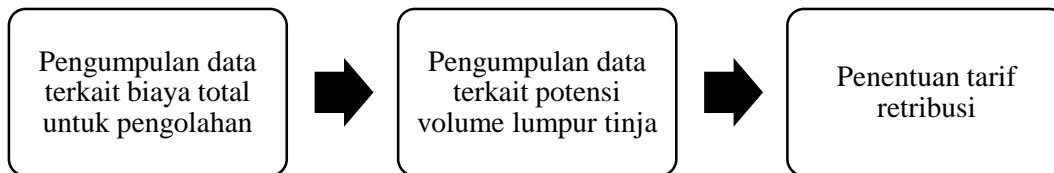
- Nilai retribusi pengolahan lumpur tinja dapat dilakukan dengan menjumlahkan segala biaya yang terkait dengan pengolahan lumpur tinja kemudian dibagikan dengan volume lumpur tinja yang diolah (Halim, 2008).

$$\text{Retribusi Pengolahan} = \frac{\text{Total seluruh biaya untuk mengolah lumpur tinja}}{\text{Volume lumpur tinja yang diolah}}$$

- Nilai retribusi penyedotan *septic tank* dapat dilakukan dengan menjumlahkan segala biaya yang terkait dengan pengolahan lumpur tinja kemudian dibagikan dengan volume lumpur tinja yang diolah (Halim, 2008).

$$\text{Retribusi Penyedotan} = \frac{\text{Total seluruh biaya untuk menyedot septic tank}}{\text{Volume lumpur tinja yang diolah}}$$

Tahapan evaluasi finansial dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tahapan Evaluasi Finansial

4.5.3 Rekomendasi Terkait Optimasi Sistem IPLT Keputih

Rekomendasi optimasi sistem pengolahan di IPLT Keputih berdasarkan perhitungan teknis hasil evaluasi dari kinerja yang telah dilakukan. Rekomendasi yang diberikan meliputi:

- Rekomendasi proses dan operasi unit di IPLT Keputih
- Rekomendasi mekanikal-elektrikal di IPLT Keputih
- Rekomendasi proyeksi pengadaan barang dan jasa di tahun-tahun selanjutnya
- Rekomendasi proyeksi pembangunan fisik di tahun-tahun selanjutnya

4.6 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis data dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan. Kesimpulan berisi ringkasan jawaban atas rumusan masalah penelitian. Saran berupa masukan dan rekomendasi terhadap penelitian yang diberikan untuk perbaikan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Sumber Lumpur Tinja

Lumpur tinja yang masuk ke IPLT Keputih berasal dari 29 perusahaan swasta dan 3 buah truk dinas yang mana setiap harinya masuk dengan menggunakan armada truk sedot lumpur tinja. Lumpur tinja yang disedot menggunakan truk swasta biasanya berasal dari kegiatan komersil dan non komersil. Sementara untuk truk dinas, biasanya digunakan untuk menyedot aset-aset pemerintah Kota Surabaya seperti:

- Sentra Wisata Kuliner
- Rumah Susun
- Pasar
- Kantor Pemerintah
- Taman
- Sekolah
- Terminal
- Puskesmas
- Rumah Sakit
- Aset Pemkot lainnya

Saat ini, setiap m³ lumpur, perusahaan swasta dikenakan biaya retribusi pengolahan sebesar Rp. 15.000 yang diatur di dalam Pasal 14 Peraturan Daerah Kota Surabaya No 1 Tahun 2016. Adapun untuk metode pembayaran yang dilakukan yaitu dengan pembayaran langsung setelah selesai melakukan pembuangan di bak ukur.

Setidaknya, untuk saat ini, jumlah truk sedot tinja yang terdaftar dari berbagai perusahaan swasta berjumlah sekitar 68 buah yang beroperasi di daerah Surabaya, Sidoarjo, dan juga Gresik dan dikelola melalui paguyuban. 68 perusahaan ini terdaftar di dalam sistem *Surabaya Single Window*. Data perusahaan swasta dan jumlah truk dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Perusahaan Swasta dan Jumlah Truk

No	Nama Perusahaan	Jumlah Truk
1	AEF Jaya	2
2	Anugerah	2
3	Barokah	3
4	Bima Sakti	12
5	Cahaya Hidup	1
6	Top	4
7	Java Utama	1
8	Jaya Abadi	2
9	Kopsas	1
10	Maju	1
11	Mentari	1
12	Mitra Abadi	4
13	Nusa Jaya	2
14	Prayogo	1
15	Prima	1
16	Sanjaya	1
17	Setra Sari	2
18	Sumber Jaya	4
19	Sumber Kencono	1
20	Sumber Rezeki	3
21	Surya Agung	3
22	Surya Kencana	2
23	Sari Tinja	1
24	Utama	4
25	Tinja	3
26	Wijaya	2
27	Cahaya Cemerlang	1
28	Eka Jaya	1
29	Mitra Mandiri	2
Total		68

Sumber: Data DKRTH Diolah

5.2 Kualitas Lumpur Tinja

Selain identifikasi debit lumpur tinja yang masuk ke IPLT Keputih, diperlukan juga pengukuran kualitas lumpur tinja. Tujuan dari pengukuran kualitas

lumpur tinja adalah untuk mengetahui konsentrasi parameter-parameter pencemar sebelum dan setelah masuk ke unit pengolahan IPLT Keputih. Selain itu, analisis terkait kualitas lumpur tinja ini juga berfungsi sebagai validasi dari data sekunder yang telah ada sebelumnya. Analisis kualitas air limbah ini harus dilakukan di laboratorium. Adapun analisis ini dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Kota Surabaya di Jl. Jagir Wonokromo No 360. Pengambilan sampel lumpur tinja di IPLT Keputih untuk diuji kualitasnya dilakukan sebanyak 1 kali yaitu pada tanggal 4 Oktober 2019. Hasil uji lab lumpur tinja IPLT Keputih dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Lab Lumpur Tinja IPLT Keputih

No	Titik Pengambilan	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Nilai
1	SSC	BOD	mg/L		678,6
		COD	mg/L		2291
		TSS	mg/L		3850
		Minyak dan Lemak	mg/L		298
		pH	-		7,33
2	<i>Balancing Tank & Sump Well</i>	BOD	mg/L		461,33
		COD	mg/L		1295,28
		TSS	mg/L		2020
		Minyak dan Lemak	mg/L		103,4
		pH	-		6,95
3	<i>Sump Well</i>	BOD	mg/L		249,44
		COD	mg/L		559
		TSS	mg/L		219
		Minyak dan Lemak	mg/L		41
		pH	-		7,1
4	<i>Oxidation Ditch</i>	BOD	mg/L		388,48
		COD	mg/L		880,36
		TSS	mg/L		2240
		Minyak dan Lemak	mg/L		117,8
		pH	-		7,12
5	<i>Clarifier</i>	BOD	mg/L	30	50
		COD	mg/L	50	125,26
		TSS	mg/L	50	13
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	9
		pH	-	6-9	7,1

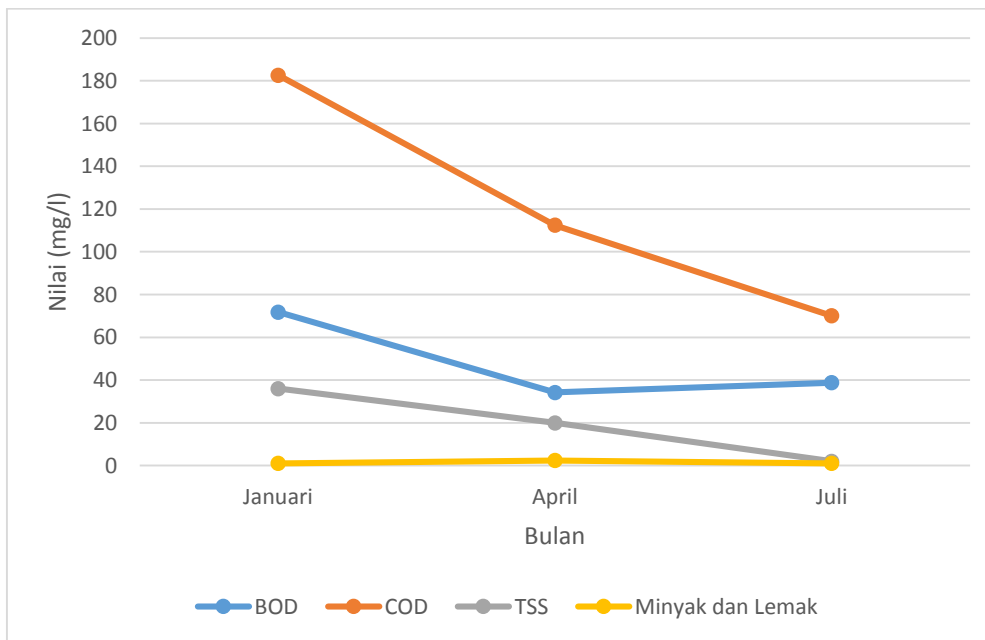
Sumber: Hasil Uji Lab

Dari hasil uji laboratorium yang telah dilaksanakan, dapat dilihat effluen akhir dari *clarifier* belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan di dalam Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 untuk parameter BOD dan COD. Sedangkan untuk parameter lain sudah memenuhi baku mutu. Hal ini sekaligus memvalidasi data sekunder yang sudah ada. Dapat dilihat bahwa kondisi pengolahan di IPLT Keputih memerlukan perbaikan agar hasil yang diharapkan dapat memenuhi baku mutu. Untuk data sekunder terkait kualitas lumpur tinja selama tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 5.1. Sedangkan untuk data uji laboratorium sekunder yang telah dilakukan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.

Tabel 5. 3 Data Sekunder Hasil Uji Lab 2019

Titik Pengambilan	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji Per Bulan		
				Januari	April	Juli
Clarifier	BOD	mg/L	30	71,82	34,18	38,74
	COD	mg/L	50	182,65	112,5	70,06
	TSS	mg/L	50	36	20	2
	Minyak dan Lemak	mg/L	10	1	2,4	1
	pH	-	6-9	6,39	6,94	6,85

Sumber: Data Sekunder IPLT Keputih



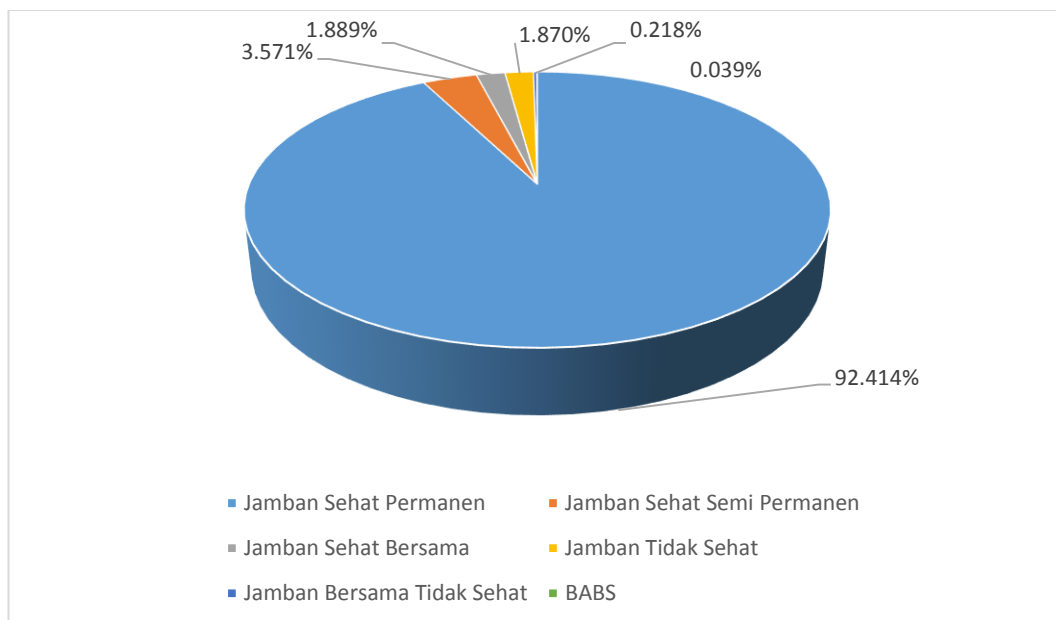
Gambar 5. 1 Grafik Kualitas Outlet IPLT Keputih
Sumber: Data Sekunder IPLT Keputih

5.3 Potensi Lumpur Tinja yang Masuk ke IPLT Keputih

Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan pada tahun 2018, di Kota Surabaya telah terdapat 77 kelurahan dengan status ODF (*Open Defecation Free*). Jumlah KK yang masih berstatus BABS (Buang Air Besar Sembarangan) adalah 336 KK. Selain itu, terdapat 935.056 KK yang memiliki akses jamban dengan rincian:

- 863.306 KK jamban sehat permanen.
- 33.357 KK jamban sehat semi permanen.
- 17.642 KK menggunakan jamban sehat bersama (SPALDS).
- 17.470 KK menggunakan jamban tidak sehat.
- 2.034 KK menggunakan jamban bersama tidak sehat.

Grafik kondisi sanitasi Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5. 2 Kondisi Sanitasi Kota Surabaya
Sumber: Data Dinas Kesehatan Kota Surabaya

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan terkait potensi lumpur tinja yang dapat masuk ke IPLT Keputih. Berdasarkan beberapa tipikal kondisi tersebut, potensi lumpur tinja yang dapat masuk ke IPLT Keputih antara lain berasal dari jamban sehat permanen, jamban sehat semi permanen, dan jamban sehat bersama. Perhitungan teknis dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Potensi Jamban Sehat Permanen dan Jamban Sehat Semi Permanen

Diketahui:

Jumlah KK = 896.663 KK
 Kapasitas *Septic Tank* = 3 m³
 Pengurasan = 3 tahun sekali

Maka,

Volume = Jumlah KK x Kapasitas *Septic Tank*
 = 896.663 x 3 m³
 = 2.689.989 m³

Maka, potensi lumpur tinja yang masuk ke IPLT Keputih dari jamban sehat permanen dan jamban sehat semi permanen adalah sebesar 2.689.989 m³/3 tahun.

2. Potensi Jamban Sehat Bersama

Diketahui:

1 jamban sehat melayani 4 KK

Jumlah KK = 17.642 KK

Kapasitas *Septic Tank* = 5 m³

Berdasarkan kondisi lapangan yang ada, jamban sehat bersama biasanya melakukan penyedotan sebanyak 1 kali dalam setahun.

Maka,

Volume = $\frac{\text{Jumlah KK} \times \text{Kapasitas Penampungan}}{\text{Jumlah KK tiap Jamban}}$

Volume = $\frac{17.642 \text{ KK} \times 5 \text{ m}^3}{4 \text{ KK}}$
 = 22.052,5 m³ / tahun

Maka, potensi volume kurasan yang dapat masuk ke IPLT Keputih dari jamban sehat bersama selama 3 tahun adalah 66.157,5 m³/3 tahun.

3. Jumlah Truk untuk Penyedotan

Dengan demikian, potensi volume lumpur tinja yang masuk ke IPLT Keputih adalah sebesar 2.689.989 m³ + 66.175,5 m³ = 2.756.146,5 m³/3 tahun. Maka dapat dilakukan perhitungan jumlah truk sedot yang dibutuhkan.

Asumsi:

Ritase setiap hari adalah 4 rit

1 truk memiliki kapasitas 3 m³

Jumlah hari kerja adalah 7 hari selama 3 tahun untuk penyedotan

Maka jumlah truk yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah truk} &= \frac{2.756.146,5 \text{ m}^3}{(365 \times 3)\text{hari} \times 3 \text{ m}^3 \times 4 \frac{\text{rit}}{\text{hari}}} \\ &= 210 \text{ truk}\end{aligned}$$

Untuk menuntaskan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal, dibutuhkan truk sedot sebanyak 210 unit. Dengan demikian, dalam 3 tahun Kota Surabaya akan terlayani secara merata.

5.4 Evaluasi Kinerja IPLT Keputih

Evaluasi kinerja unit pengolahan IPLT Keputih dilakukan di 5 unit pengolahan yaitu *Solid Separation Chamber*, *Balancing Tank*, *Oxidation Ditch*, *Clarifier*, dan *Sludge Drying Bed*. Evaluasi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara kondisi eksisting dengan kondisi ideal perencanaan dengan menggunakan kondisi eksisting dan batas maksimum pengolahan. Dasar dari evaluasi adalah kondisi eksisting dan perencanaan kapasitas penuh.

Perhitungan teknis evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pengukuran debit terbesar (Bulan Juli) di tahun 2019 dan berdasarkan hasil uji lab bulan Oktober 2019. Debit bulanan tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Debit Bulanan Lumpur Tinja

Bulan	Debit (m ³ /hari)
Januari	91,42
Februari	93,25
Maret	91,71
April	84,46
Mei	89,26
Juni	81,15
Juli	124,60
Agustus	104,47
September	110,62

Sumber: Data IPLT

5.4.1 Solid Separation Chamber (SSC)

Adapun parameter yang dievaluasi pada unit SSC ini antara lain:

1. Efisiensi Proses

Efisiensi proses yang terjadi di SSC dapat dilihat dengan membandingkan antara influen SSC dengan hasil filtrasi yang terdapat di unit *sump well*. Efisiensi ini menunjukkan kapasitas penyaringan yang ada pada media. Efisiensi penyisihan dari unit SSC di IPLT Keputih dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Contoh perhitungan:

$$Efisiensi\ BOD = \frac{[BOD]_{ssc} - [BOD]_{sump\ well}}{[BOD]_{ssc}} \times 100\%$$

$$Efisiensi\ BOD = \frac{678,6\ mg/l - 294,44}{678,6} \times 100\% \\ = 57\ %$$

Tabel 5. 5 Efisiensi Proses SSC

Parameter	SSC	Sump Well	Efisiensi
BOD	678.6	249.44	57%
COD	2291	559	76%
TSS	3850	219	94%
Minyak dan Lemak	298	41	86%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 5.5 bahwa efisiensi penyisihan polutan tertinggi melalui proses di SSC terdapat pada penyisihan TSS. Hal ini sesuai dengan tujuan dari penggunaan unit SSC sendiri yaitu untuk memisahkan antara padatan dan cairan yang terdapat di dalam lumpur tinja. Jumlah TSS yang tersisihkan di unit SSC sudah baik karena mencapai angka 94%. Padatan akan tertahan di unit SSC dan akan mengalami proses *dewatering*.

2. Penempatan Ketinggian Media dan Lumpur

Pengendapan lumpur septik akan lebih sulit dilakukan daripada endapan mentah (Magri dkk, 2016). Pada unit SSC terjadi 3 proses yaitu sedimentasi, filtrasi, dan dekantasi. Adapun yang mempengaruhi kinerja dari SSC salah

satunya adalah faktor penempatan ketinggian media dan lumpur basah. Oleh karena itu, unit SSC eksisting di IPLT Keputih dijalankan bergantian 15 hari sekali dan mengoperasikan 2 bak saja. Hal ini belum sesuai dengan ketentuan menurut Permen PUPR No 4 Tahun 2017 yang memberikan ketentuan durasi pengisian antara 5 – 12 hari.

Rentang waktu pengisian SSC yang terlalu lama dikhawatirkan akan menyebabkan efisiensi penyisihan melalui proses filtrasi menjadi berkurang. Media filter memiliki peranan penting di dalam proses ini. Menurut Fuerhacker dkk (2011), hal yang paling penting dalam filtrasi adalah mengalirkan fluida melalui media berpori. Semakin lama waktu pengisian dari SSC akan mengakibatkan terjadinya penyumbatan pada media sehingga dikhawatirkan akan menyebabkan penurunan efisiensi penyisihan. Kemudian menurut Jonrizal (2001), setelah unit SSC penuh dengan lumpur dan proses dekantasi sudah berhenti, maka penambahan lumpur dihentikan dan dimulai proses pengeringan menggunakan sinar matahari. Pengeringan ini sekaligus akan menghilangkan kandungan polutan oleh sinar ultraviolet yang dihasilkan oleh matahari.

3. Ringkasan Hasil Evaluasi SSC

Unit SSC yang ideal memiliki kriteria perencanaan yang telah ditetapkan di dalam Permen PUPR No 4 Tahun 2017. Kondisi eksisting parameter pengolahan di unit SSC antara lain ketebalan media, lumpur, dan waktu pengeringan, dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Ringkasan Hasil Evaluasi SSC

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain Ideal	Keterangan
Tebal lapisan pasir	Cm	30	20 – 30	Memenuhi
Tebal lapisan kerikil	Cm	30	20 – 30	Memenuhi
Ketinggian lumpur	Cm	100	30 – 50	Tidak Memenuhi
Durasi Pengisian	Hari	15	5 – 12	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.2 *Balancing Tank*

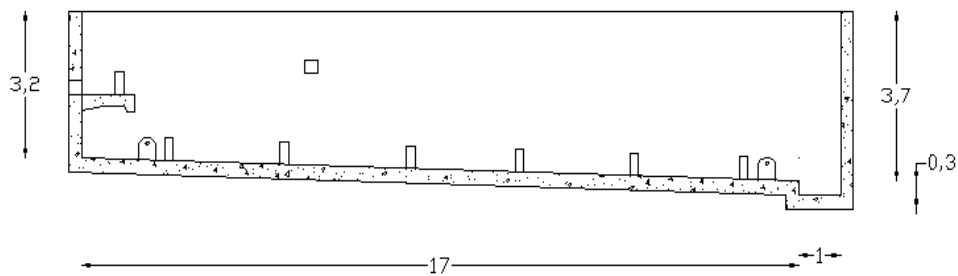
Adapun parameter yang dievaluasi pada unit *balancing tank* ini antara lain:

1. Waktu Detensi

Waktu detensi adalah lamanya waktu air limbah berada di unit *balancing tank*. Menurut Metcalf dan Eddy (2003), di dalam *balancing tank* tidak boleh terjadi pengendapan sehingga air limbah tidak boleh berada terlalu lama di dalamnya. Waktu detensi *balancing tank* di IPLT Keputih dihitung berdasarkan jangka waktu pemompaan sehingga didapatkan waktu detensi selama 6 jam. Lamanya lumpur tinja di dalam *balancing tank* ini tidak memenuhi kriteria desain yang telah diatur di dalam Permen PUPR No 4 Tahun 2017.

2. Slope Bak

Slope pada *balancing tank* akan mempermudah proses pemompaan. Slope dilihat dari kemiringan bak eksisting. Selain mempermudah pemompaan, dengan adanya slope ini, akan mempermudah pula proses pengurasan. Potongan memanjang dari *balancing tank* dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Potongan Memanjang *Balancing Tank*

Diketahui:

Panjang = 17 m
 Elevasi Akhir = 3,7 m
 Elevasi Awal = 3,2 m
 Selisih (H_f) = 3,7 m – 3,2 m
 = 0,5 m

Perhitungan:

$$Slope = \frac{H_f}{Panjang}$$

$$Slope = \frac{0,5}{17} = 0,029$$

Menurut Permen PUPR No 4 Tahun 2017, slope yang dijadikan sebagai acuan kriteria desain *balancing tank* minimal 1 % (0,01). Oleh karena IPLT Keputih memiliki *balancing tank* dengan slope 0,029 maka masih berada dalam kriteria desain.

3. Kedalaman Bak

Balancing tank di IPLT Keputih memiliki kedalaman awal 3,2 m dan kedalaman akhir 3,7 m. Namun pada operasional sehari-harinya, ketinggian lumpur yang ditampung di dalam bak hanya setinggi 2,5 m. Menurut Permen PUPR No 4 Tahun 2017, rentang kedalaman untuk *balancing tank* adalah 1-3 m (kedalaman lumpur). Apabila melebihi 3 m, disarankan adanya pengaduk hidrolis ataupun aerator. Karena kedalaman lumpur maksimal hanya berada pada level 2,5 m, maka tidak dibutuhkan sistem pengadukan.

4. Ringkasan Hasil Evaluasi *Balancing Tank*

Ringkasan hasil evaluasi digunakan sebagai acuan perbaikan. Hasil evaluasi unit *Balancing Tank* yang disesuaikan menurut kriteria desain menurut Permen PUPR No 4 Tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Ringkasan Hasil Evaluasi *Balancing Tank*

Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Keterangan
Kedalaman	m	2,5	1,5-3	Memenuhi
Waktu Detensi	Jam	6	<2	Tidak memenuhi
Kapasitas Pompa	m ³ /menit	0,5	-	Memenuhi
<i>Mixing</i>	Tidak ada	0,98	Ada	Tidak memenuhi
<i>Slope</i>	Tidak ada	0,029	>0,01	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.3 *Oxidation Ditch (OD)*

Adapun parameter yang dievaluasi pada unit OD ini antara lain:

1. *Sludge Retention Time (SRT)*

SRT adalah lamanya umur lumpur berada di dalam reaktor. Menurut Metcalf dan Eddy (2003), prinsip pengolahan menggunakan unit lumpur aktif adalah memperpanjang umur lumpur agar didapatkan rasio F/M yang rendah.

Rasio F/M yang rendah menunjukkan proses yang efisien. Perhitungan Volume

Oxidation Ditch:

Diketahui:

Panjang sisi atas	= 50 m
Lebar lurus atas	= 9,9 m
Diameter O atas	= 9,9 m
Panjang lurus bawah	= 50 m
Lebar lurus bawah	= 7,7 m
Diameter O bawah	= 7,7 m
Panjang lurus tengah	= 50 m
Lebar lurus tengah	= 1,9 m
Diameter O tengah	= 1,9 m
Kedalaman	= 1,2 m

Perhitungan:

Luas atas (A1)	= Luas Segi 4 + Luas Lingkaran = $(P \times L) + 1/4\pi d^2$ = $(50 \times 9,9) + \frac{1}{4} \times 3,14 \times 9,9^2$ = $495 \text{ m}^2 + 77 \text{ m}^2$ = 572 m^2
Luas bawah (A2)	= Luas Segi 4 + Luas Lingkaran = $(P \times L) + 1/4\pi d^2$ = $(50 \times 7,7) + \frac{1}{4} \times 3,14 \times 7,7^2$ = 434 m^2
Luas tengah	= Luas Segi 4 + Luas Lingkaran = $(P \times L) + 1/4\pi d^2$ = $(50 \times 7,7) + \frac{1}{4} \times 3,14 \times 7,7^2$ = 98 m^2
Volume bawah	= Luas tengah x Kedalaman = $98 \times 1,2$ = 196 m^3

$$\begin{aligned} \text{Volume total (bruto)} &= \frac{H}{3} x (A1 + A2 + \sqrt{A1x A2}) \\ &= \frac{1,2}{3} x (572 + 434 + \sqrt{572x434}) \\ &= 602 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bersih OD} &= \text{Volume total} - \text{Volume tengah} \\ &= 602 \text{ m}^3 - 196 \text{ m}^3 \\ &= 406 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume 1 unit *oxidation ditch* adalah 406 m³. Perhitungan SRT:

Perhitungan SRT:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 406 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{MLSS} &= 2240 \text{ mg/l (berdasarkan uji lab)} \\ \text{MLVSS} &= 2195,2 \text{ mg/l (berdasarkan uji lab)} \\ \text{Q} &= 124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{So} &= 461,33 \text{ mg/l (Konsentrasi BOD dari } \textit{balancing tank})} \\ &= 0,461 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$SRT = \frac{MLVSS \times Volume}{So \times Q}$$

$$SRT = \frac{2,1952 \frac{kg}{m^3} \times 406 m^3}{0,461 \frac{kg}{m^3} \times 124,6 \frac{m^3}{hari}}$$

$$SRT = 15,51 \text{ hari}$$

Nilai parameter SRT untuk unit *oxidation ditch* menurut Metcalf dan Eddy (2003) adalah 15-30 hari. Oleh karena itu, pada kondisi eksisting nilai SRT masih memenuhi kriteria desain yang diizinkan.

2. Waktu Aerasi

Waktu aerasi adalah lamanya waktu detensi dari lumpur tinja pada saat berada di dalam unit OD. Waktu aerasi ideal dihitung berdasarkan perhitungan teknis sebagai berikut.

Diketahui:

SRT	= 15,51 hari
Y	= 0,6 g VSS/g BOD (asumsi dari kriteria desain)
Kd	= 0,1 g VSS/g BOD hari (asumsi dari kriteria desain)
MLSS	= 2240 mg/l (berdasarkan uji lab)
MLVSS	= 2195,2 mg/l (berdasarkan uji lab)
So	= 461,33 mg/l (Konsentrasi BOD dari <i>balancing tank</i>) = 0,461 kg/m ³
Se	= 30 mg/l (Baku mutu BOD) = 0,03 kg/m ³

Perhitungan:

$$Waktu\ Aerasi = \frac{SRT \times Y \times (So - Se)}{MLVSS (1 + kd \times SRT)}$$

$$Waktu\ Aerasi = \frac{15,51\ hari \times 0,6 \times (0,461 - 0,03)kg/m^3}{2,1952 \frac{kg}{m^3} \times (1 + \frac{0,1}{hari} \times 15\ hari)}$$

$$Waktu\ Aerasi = 0,71\ hari = 17,18\ jam$$

Maka, untuk kondisi eksisting saat ini dibutuhkan waktu aerasi paling cepat selama 17,18 jam. Padahal, dalam kondisi eksistingnya, waktu aerasi OD di IPLT Keputih hanya 12 jam dan tidak memenuhi hasil perhitungan teknis yang telah dilakukan. Lamanya waktu aerasi yang tidak mencukupi dapat menyebabkan proses removal menjadi tidak maksimal.

3. *Organic Loading Rate* (OLR)

Nilai OLR menunjukkan massa BOD dalam setiap m³ air limbah yang akan diolah oleh mikroorganisme di dalam unit *oxidation ditch*. OLR juga dapat dikatakan sebagai nutrisi bagi mikroba. Untuk mengetahui nilai OLR, diperlukan data berupa konsentrasi influen BOD pada unit pengolahan biologis. Dalam hal IPLT Keputih, unit pengolahan biologis adalah *oxidation ditch*. OLR memegang peranan penting dalam pengolahan limbah karena menentukan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba untuk menguraikan air limbah.

Diketahui:

$$Q = 124,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$So (\text{Inf}) = 0,461 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume} = 406 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan:

Kondisi Eksisting

$$OLR = \frac{Q \times So}{V}$$

$$OLR = \frac{124,6 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{406 \text{ m}^3} = 0,14 \text{ kg/m}^3 \text{ hari}$$

Kriteria desain untuk OLR unit OD adalah sebesar 0,1-0,3 kg/m³hari, sehingga rentang angka OLR eksisting masih memenuhi kriteria desain meskipun berada pada ambang batas.

Debit Maksimal

Jika IPLT Keputih mengolah beban hingga mencapai kapasitas maksimum 400 m³, maka nilai OLR adalah:

$$OLR = \frac{400 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{406 \text{ m}^3} = 0,45 \text{ kg/m}^3 \text{ hari (di luar kriteria desain)}$$

OLR tidak memenuhi kriteria desain ketika debit IPLT Keputih berada pada kondisi maksimum.

4. Rasio MLVSS/MLSS

Rasio MLVSS/MLSS adalah salah satu faktor penting di dalam pengolahan menggunakan OD. Rasio ini menunjukkan jumlah mikroorganisme ada di dalam reaktor dan berfungsi untuk menguraikan kadar organik di dalam OD. MLVSS menunjukkan jumlah biomass aktif yang terbentuk di dalam proses pengolahan menggunakan prinsip *activated sludge*. Semakin besar jumlahnya, maka akan semakin bagus penguraian polutan yang ada di dalam lumpur tinja.

Perhitungan rasio:

Diketahui:

$$\text{MLSS} = 2240 \text{ mg/l (berdasarkan uji lab)}$$

MLVSS = 2195,2 mg/l (berdasarkan uji lab)

Perhitungan:

$$Rasio = \frac{MLVSS}{MLSS}$$

$$Rasio = \frac{2195,2 \text{ mg/l}}{2240 \text{ mg/l}} = 0,98$$

Rasio MLVSS/MLSS masih memenuhi kriteria desain menurut Metcalf dan Eddy yaitu dalam rentang 0,7-1 yang artinya jumlah biomass aktif yang dihasilkan akan dapat menguraikan polutan yang ada.

5. Rasio F/M

Rasio F/M menunjukkan jumlah makanan dibandingkan dengan jumlah mikroorganisme. Nilai F/M merupakan parameter yang penting di dalam proses biologis. Perhitungan:

Diketahui:

Q = 124,6 m³/hari

So (Inf) = 461,33 mg/l (Konsentrasi BOD dari *balancing tank*)
= 0,461 kg/m³

MLVSS = 2195,2 mg/l (berdasarkan uji lab)

Perhitungan:

Kondisi Eksisting:

$$F/M = \frac{Q \times So}{MLVSS \times V}$$

$$F/M = \frac{124,6 \frac{m^3}{hari} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{2,1952 \frac{kg}{m^3} \times 406 \text{ m}^3} = 0,06$$

Rasio F/M memenuhi kriteria desain menurut Metcalf dan Eddy yaitu dalam rentang 0,03-0,15.

Debit Maksimal:

$$F/M = \frac{Q \times So}{MLVSS \times V}$$

$$F/M = \frac{400 \frac{m^3}{hari} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{2,1952 \frac{kg}{m^3} \times 406 \text{ m}^3} = 0,2$$

Rasio F/M memenuhi belum memenuhi kriteria desain menurut Metcalf dan Eddy yaitu dalam rentang 0,03-0,15 apabila pengolahan berada pada debit maksimal.

6. Produksi Lumpur (Px)

Produksi lumpur adalah parameter yang menentukan keberhasilan proses pada sistem lumpur aktif. Lumpur ini nantinya dapat diolah menjadi pupuk pada unit SDB. Selain itu juga dapat menjadi biomass yang akan dikembalikan lagi ke proses. Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

Diketahui:

Q	= 124,6 m ³ /hari
SRT	= 15 hari
Y	= 0,6 g VSS/g BOD (asumsi dari kriteria desain)
Kd	= 0,1 g VSS/g BOD hari (asumsi dari kriteria desain)
So	= 461,33 mg/l (Konsentrasi BOD dari <i>balancing tank</i>) = 0,461 kg/m ³
Se	= 50 mg/l (Konsentrasi BOD dari <i>clarifier</i>) = 0,05 kg/m ³

Perhitungan:

Kondisi Eksisting

$$Px = \frac{Q \times Y \times (So - Se)}{1 + (kd \times SRT)}$$

$$Px = \frac{124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,6 \times (0,461 - 0,05) \text{ kg/m}^3}{1 + (0,1/\text{hari} \times 15,51 \text{ hari})}$$

$$Px = 12,3 \text{ kg/hari}$$

Kadar solid = 0,5 % dan air = 99,5 % dengan Sg = 1,1 dan ρ air = 1 gr/cm³

$$\text{Massa lumpur} = \frac{Px}{\% \text{solid}}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{12,3 \text{ kg/hari}}{0,5 \%}$$

$$\text{Massa lumpur} = 2460 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{\text{Sg} \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{2460 \text{ kg/hari}}{1,1 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 2,23 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan jumlah lumpur yang didapatkan adalah 2,23 m³/hari.

Debit Maksimal

$$Px = \frac{Q \times Y \times (So - Se)}{1 + (kd \times SRT)}$$

$$Px = \frac{400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,6 \times (0,461 - 0,05) \text{ kg/m}^3}{1 + (0,1/\text{hari} \times 15,51 \text{ hari})}$$

$$Px = 38,66 \text{ kg/hari}$$

Kadar solid = 0,5 % dan air = 99,5 % dengan Sg = 1,1 dan ρ air = 1 gr/cm³

$$\text{Massa lumpur} = \frac{Px}{\% \text{solid}}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{38,66 \text{ kg/hari}}{0,5 \%}$$

$$\text{Massa lumpur} = 7.732 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{\text{Sg} \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{7.732 \text{ kg/hari}}{1,1 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 7,03 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan jumlah lumpur yang didapatkan jika debit maksimal (ketika LLTT sudah dilaksanakan) adalah 7,03 m³/hari.

7. Kebutuhan Oksigen

Kebutuhan oksigen di dalam reaktor OD merupakan hal yang penting karena akan menjadi kunci kehidupan mikroorganisme di dalamnya. Dengan adanya oksigen, mikroorganisme akan dapat tetap hidup dan menguraikan polutan lumpur tinja. Perhitungan:

Diketahui:

[So]	= 0,461 kg/m ³
[Se]	= 0,03 kg/m ³
Q eksisting	= 124,6 m ³ /hari
Px	= 38,66 kg/hari
Suhu udara	= 30°C
a	= 0,5
b	= 0,95 (KD: 0,95-0,98)
Cw _{alt} (30°C)	= 7,63 (Reynold, 1996)
F _a	= 0,9
C _s	= 9,17 (Reynold, 1996)
C _t	= 2 mg/l
Berat udara	= 1,172 kg/m ³
% Oksigen di udara	= 23,2%
Kapasitas transfer	= 266 m ³ O ₂ /jam
Daya blower	= 2,2 KW

Perhitungan:Kondisi Eksisting

$$\begin{aligned}
 R_o &= Q \times (S_o - S_e) - 1,42 \times P_x \\
 &= 124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times (0,461 - 0,03) \text{ kg/m}^3 - 1,42 \times 12,3 \text{ kg/hari} \\
 &= 36,23 \text{ kg O}_2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SOR} &= R_o \times \left[\frac{b \times C_{w\text{alt}} \times F_a - C_t}{C_s} \right] \times 1,024^{T-20} \times a \\
 &= 36,23 \times \left[\frac{0,95 \times 7,63 \times 0,9 - 2}{9,17} \right] \times 1,024^{30-20} \times 0,5 \\
 &= 11,31 \text{ kg O}_2/\text{hari} \\
 &= 0,47 \text{ kg O}_2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keb Udara} &= \frac{\text{SOR}}{\text{Berat udara} \times \% \text{ Oksigen di udara}} \\
 &= \frac{11,31 \text{ kg/hari}}{1,172 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 23,2\%} \\
 &= 41,6 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Debit Maksimal

$$\begin{aligned} Ro &= Q \times (So - Se) - 1,42 \times Px \\ &= 400 \text{ m}^3/\text{hari} \times (0,461 - 0,03) \text{ kg/m}^3 - 1,42 \times 38,66 \text{ kg/hari} \\ &= 117,5 \text{ kg O}_2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SOR} &= Ro \times \left[\frac{b \times C_{walt} \times Fa - Ct}{C_s} \right] \times 1,024^{T-20} \times a \\ &= 117,5 \times \left[\frac{0,95 \times 7,63 \times 0,9 - 2}{9,17} \right] \times 1,024^{30-20} \times 0,5 \\ &= 55,42 \text{ kg O}_2/\text{hari} \\ &= 2,3 \text{ kg O}_2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keb Udara} &= \frac{SOR}{\text{Berat udara} \times \% \text{ Oksigen di udara}} \\ &= \frac{55,42 \text{ kg/hari}}{1,172 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 23,2\%} \\ &= 203,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Brush aerator (rotor) di IPLT Keputih memiliki SOR sebesar 5 kg O₂/jam dengan panjang lengan sebesar 4 m. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *supply* udara yang diberikan untuk proses pengolahan sudah terpenuhi untuk kondisi eksisting maupun saat IPLT Keputih berada dalam debit pengolahan maksimal.

8. Efisiensi Proses

Efisiensi proses yang terjadi di OD dapat dilihat dengan cara membandingkan antara influen dari OD dengan hasil pengendapan yang terdapat di unit *clarifier*. Efisiensi penyisihan dari unit OD di IPLT Keputih dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Efisiensi Proses OD

Parameter	Balancing Tank	Clarifier	Efisiensi
BOD	461,33	50	89%
COD	1295,28	125,26	90%
TSS	2020	13	99%
Minyak dan Lemak	103,4	9	91%

Sumber: Hasil Perhitungan

9. Ringkasan Hasil Evaluasi OD

Ringkasan hasil evaluasi digunakan sebagai acuan perbaikan. Hasil evaluasi unit OD yang disesuaikan dengan kriteria desain menurut Metcalf dan Eddy (2003) dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Ringkasan Hasil Evaluasi OD

Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Keterangan
Waktu Aerasi	Jam	12	17,18	Tidak memenuhi
SRT	Hari	15,51	15-30	Memenuhi
OLR	Kg/m ³ hari	0,14	0,1-0,3	Ambang batas
MLVSS/MLSS	-	0,98	0,7-1	Memenuhi
MLVSS	mg/l	2195,2	3000-6000	Tidak memenuhi
Rasio F/M	-	0,06	0,03-0,15	Memenuhi
Produksi lumpur	m ³	2,23	-	
Kebutuhan Oksigen	kg O ₂ /hari	0,47	5	Memenuhi
Efisiensi BOD	%	89	85-95	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.4 Clarifier

Adapun parameter yang dievaluasi pada unit *balancing tank* ini antara lain:

1. Hydraulic Loading Rate (HLR)

HLR memberikan kecepatan daya gerus yang akhirnya akan mempengaruhi proses pengendapan pada *clarifier*. Perhitungan HLR membutuhkan data berupa debit dan luas dari *clarifier*.

Diketahui:

$$Q = 124,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Diameter} = 12 \text{ m} / \text{jari-jari} = 6 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Luas Clarifier (A)} &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 6^2 \\ &= 113,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

$$HLR = \frac{124,6 \text{ m}^3/\text{hari}}{113,04 \text{ m}^2}$$

$$HLR = 1,1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari}$$

HLR tidak memenuhi kriteria desain perencanaan menurut Metcalf dan Eddy yaitu berada pada rentang 15-35 m³/m²hari.

2. Solid Loading Rate (SLR)

SLR adalah besarnya beban padatan yang dapat diterima oleh satuan luas *clarifier*. SLR akan mempengaruhi kadar air dan kadar padatan akhir yang terbentuk di *clarifier*. Oleh karena itu, SLR merupakan faktor yang sangat penting di dalam *clarifier*.

Diketahui:

$$\begin{aligned} Q &= 124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Diameter} &= 12 \text{ m} / \text{jari-jari} = 6 \text{ m} \\ \text{So (Inf)} &= 461,33 \text{ mg/l (Konsentrasi BOD dari } \textit{balancing tank}) \\ &= 0,461 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Luas } \textit{Clarifier} (A) &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 6^2 \\ &= 113,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$SLR = \frac{Q \times [So]}{A}$$

$$SLR = \frac{124,6 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{113,04 \text{ m}^2}$$

$$SLR = 0,508 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari}$$

SLR tidak memenuhi kriteria desain perencanaan menurut Metcalf dan Eddy yaitu berada pada rentang 25-50 m³/m²hari.

3. Waktu Detensi

Waktu detensi lumpur tinja di dalam *clarifier* berdasarkan kondisi eksisting yang diterapkan di IPLT Keputih adalah sekitar 3-6 jam sebelum dipompakan ke unit pengeringan *sludge drying bed* atau dikembalikan sebagai *return sludge*. Waktu detensi di unit *clarifier* masih memenuhi

kriteria desain yang diizinkan menurut Metcalf dan Eddy (2003) dan juga Permen PUPR No 4 Tahun 2017.

4. Ringkasan Hasil Evaluasi *Clarifier*

Setelah melakukan perhitungan teknis, maka didapatkan beberapa evaluasi untuk unit *clarifier*. Ringkasan hasil evaluasi digunakan sebagai acuan perbaikan di *clarifier*. Hasil evaluasi unit *clarifier* dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Ringkasan Hasil Evaluasi *Clarifier*

Parameter	Satuan	Eksisting	Kriteria Desain	Keterangan
HLR	m ³ /m ² hari	1,1	15-35	Tidak memenuhi
SLR	Kg/m ² hari	0,508	25-50	Tidak memenuhi
Waktu Detensi	Jam	3-6	2-6	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.5 *Sludge Drying Bed (SDB)*

Adapun parameter yang dievaluasi pada unit *balancing tank* ini antara lain:

1. Penempatan Ketinggian Media dan Lumpur

Faktor yang mempengaruhi kinerja dari SDB salah satunya adalah faktor penempatan ketinggian media dan lumpur. Dalam hal media pasir dan kerikil, SDB di IPLT Keputih telah memenuhi kriteria desain. Namun tidak demikian dengan ketinggian lumpur. Ketinggian lumpur seringkali berada di atas rentang yang ada pada kriteria desain menurut Permen PUPR No 4 Tahun 2017 yaitu 30-50 cm. Ketinggian eksisting adalah 80 cm. Hal ini terjadi karena pintu pembagi SDB berada dalam kondisi rusak sehingga pendistribusian lumpur menjadi tidak merata. Oleh karena itu dibutuhkan perbaikan fisik terlebih dahulu sebelum dilakukan perbaikan proses.

2. Ringkasan Hasil Evaluasi SDB

Unit SDB yang ideal memiliki kriteria perencanaan yang telah ditetapkan di dalam Metcalf dan Eddy (2003). Kondisi eksisting parameter pengolahan di unit SDB antara lain ketebalan media, lumpur, dan waktu pengeringan, dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Ideal SDB

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain Ideal	Keterangan
Tebal lapisan pasir	Cm	25	20 – 30	Memenuhi
Tebal lapisan kerikil	Cm	25	20 – 30	Memenuhi
Ketinggian lumpur	Cm	80	30 – 50	Tidak Memenuhi
Durasi Pengeringan	Hari	10	10 – 15	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.6 Evaluasi Kapasitas IPLT Keputih

Saat ini, kapasitas IPLT Keputih adalah 400 m³/hari dengan kapasitas terisi sebesar 100 m³/hari. Artinya, masih ada kondisi *idle*. Namun, ketika nantinya LLTT sudah diterapkan, maka diperlukan perhitungan proyeksi sebagai berikut:

Diketahui:

Potensi lumpur tinja = 2.756.146,5 m³

Penyelesaian = 3 tahun (1.095 hari)

Perhitungan:

Kapasitas IPLT = 400 m³/hari

Pengolahan IPLT 3 tahun = 400 m³/hari x 1.095 hari

= 438.000 m³

Maka, IPLT Keputih akan dapat mengolah sebesar 15,89 % dari total potensi yang ada berdasarkan data dari Dinas Kesehatan. IPLT Keputih mampu mengolah lumpur tinja sebesar 438.000 m³ dalam 3 tahun. Maka, jumlah ini belum cukup untuk mengolah total potensi Lumpur Tinja yang ada. Di dalam dokumen RTRW Kota Surabaya pasal 23 huruf e terkait Rencana Sistem Prasarana Wilayah Kota yang terkait dengan pengelolaan air limbah disebutkan bahwa dalam rangka peningkatan sistem pengelolaan lumpur tinja menggunakan IPLT, pemerintah kota akan menambah instalasi yaitu di Unit Pengembangan II Kertajaya dan Unit Pengembangan XII Sambikerep. Dengan adanya rencana ini, program LLTT akan dapat berjalan dengan baik dan potensi lumpur tinja dapat diolah.

5.5 Rekomendasi Perbaikan IPLT Keputih

Berdasarkan hasil evaluasi unit pengolahan IPLT Keputih, maka terdapat beberapa masalah untuk tiap-tiap unit pengolahan. Oleh karena itu dibutuhkan rekomendasi perbaikan proses agar kinerja pengolahan di IPLT Keputih semakin baik. Rekomendasi diberikan untuk setiap unit pengolahan yang telah dievaluasi.

5.5.1 Perbaikan SSC

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting pada unit SSC, maka diberikan beberapa rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Sebenarnya, unit SSC sudah dapat dikatakan bekerja dengan baik dalam kondisi eksistingnya. Hal ini dapat dilihat dari efisiensi penyisihan yang baik. Namun, SSC di IPLT Keputih perlu dilakukan beberapa rekomendasi perbaikan untuk menjaga performanya, terlebih nanti ketika LLTT telah diterapkan sehingga jumlah lumpur tinja yang diterima akan meningkat. Rekomendasi perbaikan di unit SSC diantaranya:

1. Penetapan Jumlah Ritase Berdasarkan Ketinggian Lumpur Basah

Menurut Hermana (2001), SSC memiliki prinsip kerja yaitu mengandalkan proses fisik untuk pemisahan padatan dari cairan lumpurnya serta proses sinar matahari untuk desinfeksi dan angin untuk proses pengurangan kelembaban atau kekeringan. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, permasalahan di unit SSC salah satunya adalah ketinggian lumpur yang melebihi kriteria desain. Oleh karena itu, ketinggian perlu untuk dibatasi menjadi hanya 50 cm saja. Artinya, pengoperasian pembukaan pintu *gutter* harus dilakukan ketika level sudah mencapai 50 cm agar air kemudian dapat keluar menuju ke *balancing tank*. Pengisian lumpur tinja di SSC dilakukan sekitar 5-10 hari dengan tinggi lumpur basah di atas pasir sekitar 30 – 50 cm.

Untuk mempermudah pengoperasian, dapat dilakukan konversi perhitungan berdasarkan ketinggian menjadi jumlah ritase lumpur tinja yang masuk. Perhitungan adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Waktu Pengisian = 10 hari

Debit = 124,6 m³/hari

Pengisian 1 rit	= 2 m ³
Panjang SSC	= 22 m
Lebar SSC	= 8,5 m
[TSS]	= 3.850 mg/L
%R [TSS]	= 94%
Kadar solid	= 5 %
Kadar Air	= 95 %
Sg	= 1,5
ρ air	= 1 gr/cm ³

Perhitungan

Kondisi Eksisting

$$\begin{aligned} \text{Beban TSS} &= \% \text{ Removal TSS} \times [\text{TSS}] \times Q \\ &= 94\% \times 3,85 \text{ kg/m}^3 \times 124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 450,92 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{\text{Beban TSS}}{\% \text{solid}}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{450,92 \text{ kg/hari}}{5 \%}$$

$$\text{Massa lumpur} = 9.018,4 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{\text{Sg} \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{9.018,4 \text{ kg/hari}}{1,5 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 6,01 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka, lumpur kering yang dihasilkan selama masa pengisian untuk kondisi eksisting adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Debit Lumpur} \times \text{Waktu Pengisian} \\ &= 6,01 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10 \text{ hari} \\ &= 60,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian lumpur} &= \text{Volume} / \text{Luas Permukaan} \\ &= 60,1 \text{ m}^3 / 22 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 0,31 \text{ m}$$

Dengan penjadwalan pengisian selama 10 hari dan kadar air 95% untuk debit eksisting, maka didapatkan ketinggian lumpur sebesar 0,31 m yang mana sesuai dengan kriteria ketinggian lumpur yang diizinkan.

Debit Maksimal

$$\begin{aligned} \text{Beban TSS} &= \% \text{ Removal TSS} \times [\text{TSS}] \times Q \\ &= 94\% \times 3,85 \text{ kg/m}^3 \times 400 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1.447,6 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{\text{Beban TSS}}{\% \text{solid}}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{1.447,6 \text{ kg/hari}}{5\%}$$

$$\text{Massa lumpur} = 28.952 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{Sg \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{28.952 \text{ kg/hari}}{1,5 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 19,3 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka, lumpur kering yang dihasilkan selama masa pengisian untuk debit maksimal adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Debit Lumpur} \times \text{Waktu Pengisian} \\ &= 19,3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10 \text{ hari} \\ &= 193 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian lumpur} &= \text{Volume} / \text{Luas Permukaan} \\ &= 193 \text{ m}^3 / 22 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} \\ &= 1,03 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan penjadwalan pengisian selama 10 hari dan kadar air 95% untuk kondisi debit maksimal, maka didapatkan ketinggian lumpur sebesar 1,2 m. Angka ini tidak memenuhi kriteria desain sehingga waktu operasional pengisian SSC harus diperpendek lagi menjadi 5 hari.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Debit Lumpur} \times \text{Waktu Pengisian} \\ &= 19,3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$= 96,5 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian lumpur} &= \text{Volume} / \text{Luas Permukaan} \\ &= 96,5 \text{ m}^3 / 22 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} \\ &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Jika IPLT Keputih nantinya beroperasi dengan debit maksimal 400 m³/hari, maka periode pengisian lumpur tinja adalah 5 hari.

Penentuan ritase perpindahan saat kondisi eksisting:

$$\begin{aligned} \text{Ritase Eksisting} &= \text{Waktu pengisian} \times \text{Debit} \\ &= 10 \text{ hari} \times 124,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1246 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah ritase} &= \frac{\text{Volume SSC Penuh}}{\text{Pengisian 1 rit}} \\ &= \frac{1246 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3} \\ &= 623 \text{ ritase} \end{aligned}$$

Penentuan ritase perpindahan saat kondisi maksimal:

$$\begin{aligned} \text{Ritase Eksisting} &= \text{Waktu pengisian} \times \text{Debit} \\ &= 5 \text{ hari} \times 400 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah ritase} &= \frac{\text{Volume SSC Penuh}}{\text{Pengisian 1 rit}} \\ &= \frac{2000 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3} \\ &= 1000 \text{ ritase} \end{aligned}$$

Maka, saat kondisi eksisting saat ini, 1 SSC diisi sebanyak 623 ritase dengan waktu pengisian selama 10 hari sebelum pengisian dipindahkan pada bak SSC lainnya. Namun apabila kondisi IPLT Keputih telah mencapai debit maksimal nantinya, ritase menjelang perpindahan adalah 1.000 rit.

2. Penjadwalan SSC

Permasalahan terkait SOP waktu pengeringan juga perlu perbaikan. Untuk saat ini, unit SSC yang beroperasi adalah 2 buah dengan periode pengeringan selama 15 hari. SSC di IPLT Keputih hanya bersisa 3 buah dikarenakan 1 unit

digunakan sebagai pengembangan untuk pembangunan unit *grease trap* untuk menampung limbah restoran.

Diperlukan penjadwalan dengan waktu pengeringan yang memenuhi kriteria desain (10 hari) dengan mengoperasikan 3 bak SSC yang ada. Hal ini untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada media. Selain itu, dengan adanya penjadwalan seperti ini akan memudahkan dan mempercepat pengeringan lumpur. Dengan kondisi eksisting, akan didapatkan waktu pengisian selama 10 hari untuk 1 SSC dan waktu pengeringan selama 10 hari pula.

Kemudian, ketika nanti IPLT Keputih telah berhasil menerapkan LLTT dan sudah tidak ada lagi *idle capacity*, penjadwalan akan berubah menyesuaikan ketinggian lumpur agar tetap sesuai dengan kriteria desain yang diizinkan. Dengan debit maksimal, SSC akan dioperasikan dengan durasi pengisian 5 hari dan pengeringan 7 hari serta 3 hari pengerukan.

Selain itu, diperlukan pula penjadwalan terkait dengan pengerukan/pembersihan unit SSC yang sudah kering. Pengerukan dilakukan menggunakan *crane* yang tersedia di IPLT Keputih. Kemudian, tanah kering akan diangkut menggunakan *dump truck* untuk dibawa ke *sludge drying area*. Jumlah ritase truk dapat dihitung jika 1 ritasanya dapat mengangkut 5 m³:

$$\text{Jumlah Rit} = \frac{\text{Volume Cake}}{\text{Volume 1 rit}}$$

Maka, untuk kondisi eksisting, dibutuhkan 12 ritase pengangkutan. Sedangkan di saat kondisi debit maksimal, dibutuhkan jumlah 20 ritase. Penjadwalan bulanan SSC dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Namun tentu saja perbaikan ini akan menimbulkan beberapa konsekuensi terlebih dari pengoperasian SSC. Beberapa konsekuensi yang terjadi antara lain:

- Pengoperasian *crane* akan lebih sering karena menggunakan 3 buah bak. Untuk itu, diperlukan perawatan terhadap *crane* secara rutin agar tidak terjadi kerusakan. Perawatan rutin berupa pengecekan secara berkala, pelumuran oli, dan juga penggulangan dinamo.
- Penambahan unit *dump truck* untuk pengangkutan dari lumpur kering SSC menuju ke *drying area*. Hal ini dikarenakan *dump truck* di IPLT Keputih

tidak hanya dioperasikan di dalam saja melainkan juga dalam kegiatan luar seperti pengiriman pupuk tinja. Saat ini, jumlah *dump truck* di IPLT Keputih hanya ada 1 buah sehingga jika ditambahkan 1 unit lagi akan dapat terkonsentrasi untuk 2 tugas yaitu internal dan eksternal.

Tabel 5. 12 Simulasi Penjadwalan SSC Debit Eksisting

Nomor Bak	Tanggal																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2											Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3																						Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tabel 5. 13 Simulasi Penjadwalan SSC Debit Maksimal

Nomor Bak	Bulan Kedua																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2						Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
3											Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

- Penjadwalan dengan warna kuning adalah waktu pengisian untuk tiap kotak SSC
- Penjadwalan dengan warna merah adalah waktu pengeringan untuk tiap kotak SSC
- Penjadwalan dengan warna hijau adalah waktu pengerukan lumpur kering untuk dipindahkan ke *drying area*

5.5.2 Perbaikan *Balancing Tank*

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting pada unit *balancing tank*, maka diberikan beberapa rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Kondisi eksisting berdasarkan hasil evaluasi terhadap kinerja *balancing tank* menunjukkan bahwa unit ini sudah bekerja sebagaimana mestinya karena hanya merupakan penampungan. Namun perbaikan peeforma perlu dilakukan agar dapat mempertahankan hasil yang baik terhadap pengolahan. Rekomendasi perbaikan *balancing tank* diantaranya:

1. Pengurasan Rutin Bak

Melakukan pengurasan rutin pada unit *balancing tank* untuk mencegah terjadinya pengendapan. Pengurasan unit *balancing tank* dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun. Biasanya, setelah 6 bulan pada *balancing tank* akan terdapat 2 lapisan yaitu lapisan lumpur padat dan lumpur cair. Lumpur padat adalah lumpur yang tidak dapat dipompa lagi ke proses. Biasanya, kedalaman lumpur padat adalah sekitar 1 meter.

$$\begin{aligned}\text{Volume Pengurasan} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman Lumpur Padat} \\ &= 18 \times 8 \times 1 \\ &= 144 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka, untuk volume pengurasan setahun dibutuhkan sebanyak 288 m³.

2. Perawatan Rutin Pompa

Karena sifatnya yang sangat pekat, maka lumpur tinja di *balancing tank* akan membuat pompa bekerja lebih ekstra. Tak jarang terjadi kebuntuan pada pompa. Oleh karena itu, dibutuhkan perawatan berupa pembersihan rutin pompa paling tidak sekali dalam sehari.

3. Perbaikan Operasional Pompa

Terkait dengan operasional pompa pada akhirnya harus menyesuaikan terhadap pengoperasian unit-unit lain. Pompa menuju ke OD harus dinyalakan ketika *shift* 2 berakhir (14.00) agar lumpur tinja mulai diolah di OD.

5.5.3 Perbaikan OD

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting pada unit *oxidation ditch*, maka diberikan beberapa rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Permasalahan utama di unit OD ini sendiri antara lain waktu aerasi yang terlalu cepat sehingga tidak dapat menghilangkan polutan sampai memenuhi baku mutu. Selain itu pula, kandungan biomass aktif yang terbentuk di proses ini tidak memenuhi rentang yang seharusnya. Beberapa perbaikan yang dapat dilakukan di OD antara lain:

1. Perbaikan *Return Sludge*

Salah satu kelebihan dari sistem lumpur aktif adalah adanya lumpur yang diresirkulasi ke proses. Tujuan dari resirkulasi ini adalah untuk menambah jumlah biomass yang ada sehingga rasio F/M dapat bertahan (Metcalf dan Eddy, 2003). Dengan adanya *return sludge*, jumlah mikroorganisme (MLVSS) yang berada di dalam bioreaktor OD akan lebih banyak sehingga dapat menguraikan polutan dengan lebih baik. Untuk menentukan berapa banyak lumpur yang harus dikembalikan, dilakukan perhitungan teknis. Perhitungan *return sludge* adalah sebagai berikut:

Diketahui:

MLVSS (X) = 2195,2 mg/l (berdasarkan uji lab)

MLVSS resirkulasi (X_r) = 5.000 mg/l (Metcalf dan Eddy, 2003)

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Return sludge} &= X_{\text{MLVSS}} / (X_{\text{r MLVSS}} - X_{\text{MLVSS}}) \\ &= 2.240 / (5.000 - 2.195,2) \\ &= 0,79 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa rasio lumpur yang harus dikembalikan ke proses adalah sebanyak 0,79 dari lumpur yang dihasilkan. Dengan demikian, biomass yang terbentuk akan semakin banyak. Diharapkan, konsentrasi MLVSS yang ada di OD akan memenuhi kriteria desain. Dengan kadar MLVSS yang semakin banyak, akan memperbesar daya reduksi polutan yang ada di dalam lumpur tinja.

Adapun untuk konsekuensi dari *return sludge* yang ditambahkan ini adalah:

- Rasio F/M berkurang sehingga proses menjadi lebih efektif. Hal ini dikarenakan konsentrasi biomass aktif di dalam OD akan bertambah sesuai dengan konsentrasi resirkulasi MLVSS.

Kondisi Eksisting:

$$F/M = \frac{Q \times S_o}{MLVSS \times V}$$

$$F/M = \frac{124,6 \frac{m^3}{hari} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{5 \frac{kg}{m^3} \times 406 m^3} = 0,023$$

Rasio F/M yang semakin rendah ini akan meningkatkan efisiensi proses.

Debit Maksimal:

$$F/M = \frac{Q \times S_o}{MLVSS \times V}$$

$$F/M = \frac{400 \frac{m^3}{hari} \times 0,461 \text{ kg/m}^3}{5 \frac{kg}{m^3} \times 406 m^3} = 0,09$$

Rasio F/M memenuhi telah memenuhi kriteria desain menurut Metcalf dan Eddy yaitu dalam rentang 0,03-0,15 apabila pengolahan berada pada debit maksimal.

- Umur lumpur yang semakin panjang sehingga lumpur yang dibuang akan semakin sedikit. Tentunya, dengan semakin sedikitnya lumpur yang dialirkan ke SDB, produksi dari pupuk tinja juga akan semakin kecil. Perubahan umur lumpur yang terjadi pada saat debit maksimal dapat diperkirakan melalui perhitungan teknis sebagai berikut:

$$SRT = \frac{MLVSS \times Volume}{S_o \times Q}$$

$$SRT = \frac{5 \frac{kg}{m^3} \times 406 m^3}{\frac{0,461 kg}{m^3} \times 124,6 \frac{m^3}{hari}}$$

$$SRT = 32 \text{ hari}$$

Kemudian perhitungan jumlah lumpur yang diresirkulasi adalah sebagai berikut:

$$Px = \frac{Q \times Y \times (S_o - S_e)}{1 + (kd \times SRT)}$$

$$Px = \frac{124,6 m^3/hari \times 0,6 \times (0,461 - 0,05) \text{ kg/m}^3}{1 + (0,1/hari \times 32 \text{ hari})}$$

$$Px = 7,3 \text{ kg/hari}$$

Kadar solid = 0,5 % dan air = 99,5 % dengan $S_g = 1,1$ dan $\rho \text{ air} = 1 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur} &= \frac{Px}{\% \text{solid}} \\ \text{Massa lumpur} &= \frac{7,3 \text{ kg/hari}}{0,5 \%} \\ \text{Massa lumpur} &= 1.46 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{S_g \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{1.460 \text{ kg/hari}}{1,1 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 1,32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan jumlah lumpur yang diresirkulasi adalah 0,79 dari lumpur yang dihasilkan yaitu adalah 1,04 m^3/hari .

2. Perpanjangan Waktu Aerasi

Waktu aerasi yang hanya 12 jam tidak mencukupi untuk membuat air yang hasil olahan IPLT Keputih memenuhi baku mutu. Oleh karena itu, diperlukan perpanjangan waktu aerasi hingga mencapai waktu 18 jam berdasarkan perhitungan teknis yang telah dilakukan. Waktu aerasi yang sempurna akan membuat penyisihan polutan juga semakin baik. Perhitungan teknis perpanjangan waktu aerasi adalah sebagai berikut.

Diketahui:

SRT	= 15,51 hari
Waktu aerasi	= 18 jam (0,75 hari)
Y	= 0,6 g VSS/g BOD (asumsi dari kriteria desain)
Kd	= 0,1 g VSS/g BOD hari (asumsi dari kriteria desain)
MLSS	= 2240 mg/l (berdasarkan uji lab)
MLVSS	= 2195,2 mg/l (berdasarkan uji lab)
So	= 461,33 mg/l (Konsentrasi BOD dari <i>balancing tank</i>)
	= 0,461 kg/m^3

Perhitungan:

$$\text{Waktu Aerasi} = \frac{SRT \times Y \times (S_o - S_e)}{MLVSS (1 + k_d \times SRT)}$$

$$0,75 \text{ hari} = \frac{15,51 \text{ hari} \times 0,6 \times (0,461 - S_e) \text{ kg/m}^3}{2,1952 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1 + \frac{0,1}{\text{hari}} \times 15,51 \text{ hari})}$$

Effluen stage 1 adalah 9,67 mg/l

Dengan perpanjangan waktu aerasi ini, effluen dari lumpur tinja sudah memenuhi baku mutu untuk BOD yaitu 30 mg/l. Selain itu, menurut Metcalf dan Eddy (2003) di dalam bioreaktor *oxidation ditch* selain terjadi proses penurunan BOD, juga terjadi proses nitrifikasi dan denitrifikasi sehingga memerlukan waktu aerasi yang lebih panjang (*extended aeration*). Karena itu, dengan *double stage* ini akan membuat OD dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Adapun konsekuensi dari waktu aerasi yang diperpanjang ini antara lain:

- Perubahan operasional dari IPLT Keputih. Untuk mencapai waktu aerasi 18 jam, proses aerasi haruslah dilakukan dengan ketentuan:
 - Proses pemompaan lumpur tinja dari *balancing tank* menuju ke OD dimulai dari saat siang hari (pukul 14.00).
 - Proses aerasi selesai (18 jam) pada saat pukul 08.00 pagi keesokan harinya. Pintu air dari OD sudah bisa dibuka agar air mengalir menuju ke *clarifier* untuk diendapkan.
- Dengan adanya pedoman konsentrasi BOD sebesar 461 mg/l, perlu dilakukan pengenceran ketika konsentrasi BOD berubah menjadi besar. Kepekatan dapat dilihat secara jelas di dalam reaktor OD sendiri. Oleh karena itu, ketika lumpur tinja di OD terlalu pekat, diperlukan pengenceran dengan penambahan air dari *sump well* dan *polishing pond*.

5.5.4 Perbaikan Clarifier

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting pada unit *clarifier*, maka diberikan beberapa rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Permasalahan utama di unit *clarifier* ini sendiri

antara lain kurangnya debit yang masuk. Beberapa parameter lain terkait dengan jumlah lumpur yang dikembalikan dan dibuang telah dibahas sebelumnya di unit OD. Perbaikan yang dapat dilakukan di OD antara lain:

1. Penambahan Debit Lumpur Tinja

Pada kondisi eksisting, parameter seperti HLR dan SLR dari *clarifier* tidak memenuhi kriteria desain yang disyaratkan. Untuk itu, diperlukan penambahan debit lumpur tinja yang diolah agar parameter-parameter tersebut dapat memenuhi kriteria atau mendekati. Perhitungan teknis jika debit maksimal 400 m³/hari adalah sebagai berikut.

Diketahui:

$$Q = 124,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Luas} = 113,04 \text{ m}^2$$

Perhitungan:

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

$$HLR = \frac{400 \text{ m}^3/\text{hari}}{113,04 \text{ m}^2}$$

$$HLR = 3,52 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari}$$

HLR tidak memenuhi kriteria desain perencanaan menurut Metcalf dan Eddy yaitu berada pada rentang 15-35 m³/m²hari, namun sudah lebih mendekati.

$$SLR = \frac{Q \times [So]}{A}$$

$$SLR = \frac{400 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,461 \text{ kg}/\text{m}^3}{113,04 \text{ m}^2}$$

$$SLR = 1,63 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari}$$

SLR tidak memenuhi kriteria desain perencanaan menurut Metcalf dan Eddy yaitu berada pada rentang 25-50 m³/m²hari, namun sudah lebih mendekati.

Konsekuensi dari rekomendasi ini yaitu petugas IPLT haruslah mengikuti saran yang ada terkait dengan pengoperasian unit OD dan *clarifier* karena

keduanya merupakan satu kesatuan proses pengolahan. *Clarifier* merupakan tempat pengendapan setelah lumpur tinja diolah di bioreaktor OD. Waktu detensi pengendapan, pembukaan pintu air, pembukaan *valve return sludge* benar-benar harus dikendalikan dengan baik.

2. Pemasangan *Flowmeter* di Sebelum Titik Outlet

Flowmeter berfungsi untuk mengontrol debit air limbah yang ada. Selama ini, IPLT Keputih belum menggunakan *flowmeter*. Pengadaan ini berfungsi untuk mempermudah pengelola dalam memperkirakan proses yang ada berdasarkan outlet yang terbentuk. Dengan adanya *flowmeter*, penelusuran *mass balance* lumpur tinja dapat diketahui dengan baik.

5.5.5 Perbaikan SDB

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting pada unit SDB, maka diberikan beberapa rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Permasalahan utama di unit SDB ini sendiri antara lain periode pengisian bed yang tidak memiliki pedoman. Ditambah lagi dengan kondisi fisiknya yang dalam keadaan rusak. Beberapa perbaikan yang dapat dilakukan di SDB antara lain:

1. Pemasangan *Sludge Level*

SDB selama ini beroperasi di IPLT Keputih tanpa memperhatikan ketinggian lumpur yang masuk. Akibat yang terjadi adalah, pembatas *bed* pada SDB tidak lagi terlihat dan masa pengeringan lumpur lebih lama (bisa mencapai 10 hari). Padahal, permintaan akan pupuk tinja biasanya sangat tinggi bahkan sebelum lumpur di SDB kering. Adapun rekomendasi yang diberikan adalah dengan mempertahankan ketinggian lumpur agar maksimal ketinggiannya adalah 50 cm.

Untuk mempermudah proses pengontrolan, dibutuhkan *sludge level* yang bisa dipasang dengan menggunakan bahan anti korosi. Pada saat level pengisian lumpur mencapai angka 30 cm, maka SDB berhenti diisi. Hal ini akan dapat mempercepat proses pengeringan lumpur. Selain itu, pengontrolan ketinggian lumpur ini juga akan dapat mempertahankan kualitas kompos.

2. Perbaikan Fisik untuk Bak Distribusi

Bak distribusi di unit SDB berada dalam kondisi rusak. Terlebih lagi pintu air yang sudah tidak berfungsi lagi sehingga diganti dengan menggunakan batu. Perbaikan fisik perlu dilakukan agar mempermudah proses pendistribusian lumpur ke tiap bed.

Adapun untuk konsekuensi dari perbaikan fisik ini antara lain:

- Dilakukan secara bertahap (tidak sekaligus) karena produksi lumpur yang dihasilkan setiap harinya selalu ada. Jika perbaikan dilakukan sekaligus, maka ditakutkan tidak ada penampungan lumpur selama masa perbaikan.
- Petugas IPLT harus sering melakukan pengecekan terkait dengan ketinggian lumpur yang terisi di tiap bed melalui *sludge level*.

3. Penentuan Waktu Penuh 1 Bed

Penentuan waktu penuh untuk 1 bed dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

Panjang	= 10 m
Lebar	= 5 m
Tinggi lumpur	= 0,5 m
Produksi lumpur	= 2,23 m ³ /hari (debit eksisting)
Produksi lumpur	= 7,03 m ³ /hari (debit maksimal)

Perhitungan:

Kondisi Eksisting

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 SDB} &= P \times L \times \text{Tinggi Lumpur} \\ &= 10 \times 5 \times 0,5 \\ &= 25 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu penuh} &= \frac{\text{Volume 1 SDB}}{\text{Produksi Lumpur}} \\ &= \frac{25 \text{ m}^3}{2,23 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 10 \text{ hari}\end{aligned}$$

Jika jumlah total seluruh Bed di IPLT Keputih adalah 24 buah, maka akan dapat menampung lumpur sebanyak 600 m³.

Debit Maksimum

$$\begin{aligned}\text{Waktu penuh} &= \frac{\text{Volume 1 SDB}}{\text{Produksi Lumpur}} \\ &= \frac{25 \text{ m}^3}{7,03 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

Penjadwalan SDB dapat dilihat pada Tabel 5. 14 dan Tabel 5.15.

5.5.6 Perbaikan Sistem Keseluruhan

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengoperasian eksisting dari semua unit pengolahan di IPLT Keputih, maka akan dapat dilakukan perbaikan sistem secara keseluruhan dengan operasional:

1. Pengoperasian SSC untuk eksisting yaitu dengan melakukan pengisian selama 10 hari dan ketika mencapai debit maksimal, waktu pengisian diubah menjadi 5 hari.
2. Pemompaan dari *balancing tank* dan *sump well* untuk diolah di OD dilakukan sekali dalam sehari yaitu pada siang hari pukul 14.00.
3. Setelah melalui proses aerasi selama 18 jam, pintu air OD dibuka agar lumpur diendapkan di *clarifier* selama 4 jam. Kemudian, sebesar 0,58 dari lumpur dikembalikan ke dalam proses. Apabila terlalu pekat, maka dibantu dengan pengenceran menggunakan air *polishing pond*.
4. SDB dioperasikan dengan menerima 0,42 dari lumpur yang terbentuk. Pengisian SDB dalam debit eksisting adalah selama 7 hari dengan 3 bak beroperasi setiap bulan. Sedangkan ketika debit maksimal, membutuhkan 8 bak setiap bulan.
5. Lumpur yang telah melewati masa pengeringan di SSC dapat dibawa ke *drying area*.
6. Lumpur yang telah melewati masa pengeringan di SDB dapat dikirim sebagai pupuk.

Tabel 5. 14 Penjadwalan SDB Kondisi Eksisting

Bak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue										
2											Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
3																					Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tabel 5. 15 Penjadwalan SDB Debit Maksimum

Bak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue																
2					Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue												
3									Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue								
4													Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue			
5																	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
6																					Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
7																									Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue
8																													Yellow	Yellow

Warna kuning menunjukkan waktu pengisian dan warna biru menunjukkan waktu pengeringan. Dapat disimpulkan bahwa untuk kondisi eksisting membutuhkan 3 buah bak SDB yang dioperasikan dalam 1 bulan. Sedangkan ketika debit lumpur tinja berada dalam kondisi maksimal, dibutuhkan 8 buah bak SDB yang dioperasikan dalam 1 bulan.

5.5.7 Estimasi Biaya Perbaikan Proses

Perbaikan proses di IPLT Keputih akan bergantung kepada beberapa hal, diantaranya:

1. Kemampuan Sumber Daya Manusia (Pekerja)

Pekerja sebagai eksekutor utama di IPLT Keputih terdiri dari 3 shift. Saat ini, pekerja di IPLT Keputih berjumlah 34 orang yang terdiri dari PNS dan tenaga kontrak. Seksi PLC DKRTH tidak hanya bertanggung jawab atas kegiatan internal di IPLT Keputih, namun juga bertanggung jawab terhadap pemeliharaan IPAL 96 lokasi di Surabaya. Untuk itu, diperlukan pembagian tugas yang baik dan merata agar tercipta sistem yang tertata dengan baik. Adapun pembagian tugas yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Pembagian Kerja Ideal IPLT Keputih

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah (orang)
1	Shift Malam	2
2	Pos Retribusi	4
3	Pos Bak Ukur	2
4	Kebersihan Area	8
5	Administrasi Kantor	4
6	Kegiatan Eksternal Pemeliharaan IPAL	8
7	Kegiatan Eksternal Pengiriman Kompos	4
8	Operator Mekanikal	3
9	Operator Elektrikal	3
10	Perawatan Instalasi	3
11	Petugas Panel	2
Total		43

Jumlah pekerja ideal di IPLT Keputih adalah 43 orang, sementara ketersediaan pekerja eksisting adalah 34 orang sehingga dibutuhkan tambahan tenaga kerja sebanyak 9 orang lagi. Dalam penganggaran tahun 2020, disebutkan bahwa jumlah belanja untuk tenaga kerja adalah 50 orang. Jadi, anggaran 2020 sudah dapat untuk menutupi kekurangan pekerja di IPLT Keputih. Artinya pada tahun 2020, IPLT Keputih tinggal mencari kekurangan 9 orang lagi.

2. Pengadaan Alat Bantu dan Item Kerja

Alat bantu kerja merupakan komponen utama yang harus ada untuk melaksanakan perbaikan. Untuk melakukan perbaikan proses, dibutuhkan penambahan alat bantu kerja pada tahun 2020 seperti tertera pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Pengadaan Alat Bantu Kerja

No	Pengadaan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah	Harga Total (Rp)
1	Pengadaan Water Level	120.000	28	3.360.000
2	Pengadaan Pintu Air	720.000	24	17.280.000
3	Pengadaan Flowmeter 4"	2.500.000	2	5.000.000
Total				25.640.000

Sumber: SSH Surabaya

5.6 Evaluasi Nilai Retribusi Lumpur Tinja

Evaluasi nilai retribusi Lumpur Tinja dilakukan dengan menggunakan data sekunder selama 5 tahun terakhir. Langkah-langkah untuk menghitung tarif retribusi pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menghitung kenaikan/penurunan indikator makro kota Surabaya seperti inflasi dan jumlah penduduk.
2. Mengidentifikasi sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja.
3. Menghitung volume lumpur tinja yang dapat diolah dengan menggunakan sarana dan prasarana yang tersedia
4. Menghitung total biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengolahan limbah cair dalam bentuk lumpur tinja.
5. Menetapkan *cluster*/kelompok tarif untuk retribusi pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja.
6. Menghitung tarif retribusi pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja dengan mempertimbangkan: (1) kenaikan/penurunan indikator makro kota surabaya, (2) *cluster*/kelompok tarif, dan (3) tingkat *cost recovery* yang ditetapkan.

5.6.1 Identifikasi Kenaikan/Penurunan Indikator Makro

Terdapat tren positif dalam perkembangan perekonomian yang mengindikasikan adanya peningkatan daya beli masyarakat. UMR untuk kota

Surabaya mulai dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2019 terus mengalami kenaikan. Jika dibandingkan antara tahun 2014 dengan tahun 2019, telah terjadi kenaikan UMR sebesar Rp. 1.671.052,00 dari Rp. 2.200.000,00 di tahun 2014 menjadi Rp. 3.871.052,00 di tahun 2019 atau terjadi kenaikan sebesar 75,96%. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan pengolahan limbah cair kepada masyarakat telah dilakukan terobosan-terobosan dalam teknologi yang digunakan untuk mengolah limbah cair yang membawa konsekuensi biaya pelayanan pengelolaan limbah cair juga mengalami peningkatan. Peningkatan UMR Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Peningkatan UMR Kota Surabaya

Tahun	UMR (Rp)	Kenaikan	
		Rp	%
2014	2.200.000	0	0
2015	2.710.000	510.000	23%
2016	3.045.000	335.000	12%
2017	3.296.212	251.212	8%
2018	3.583.312	287.100	9%
2019	3.871.052	287.740	8%
2020	4.200.479	329.427	8%

Sumber: Berbagai Literatur

5.6.2 Identifikasi Sarana dan Prasarana yang Dibutuhkan

Sarana dan prasarana adalah hal yang mendukung terkait dengan proses pengolahan yang ada di IPLT Keputih. Sebelum pengolahan dapat dilakukan, terlebih dahulu harus ada fasilitas untuk mengolahnya. Fasilitas tersebut menjadi kunci dari dilaksanakannya pengolahan lumpur tinja.

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja dan non-tinja meliputi keseluruhan instalasi, peralatan dan bahan-bahan yang digunakan serta tenaga kerja yang dilibatkan dalam kegiatan pelayanan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja. Secara garis besar sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja disajikan pada Tabel 5.19. Informasi secara detail dari masing-masing sarana dan prasarana disajikan dalam Lampiran A.

Tabel 5. 19 Sarana dan Prasarana Pengolahan Lumpur Tinja

No	Nama Sarana Dan Prasarana
1	<i>Solid Separation Chamber</i>
2	<i>Balancing Tank/Equalizer</i>
3	<i>Oxidation Ditch</i>
4	<i>Distribution Box</i>
5	<i>Return Sludge</i>
6	<i>Clarifier/Settling Tank</i>
7	<i>Drying Bed</i>
8	<i>Drying Area</i>
9	Pengurusan Lumpur Alternatif
10	<i>Sump Well</i>
11	Pengencer Dari Sungai
12	<i>Polishing Pond/Bak Penampung</i>
13	<i>Dump Truck</i>
14	Lampu Jalan
15	Genset
16	Central Panel
17	Pompa

Sumber: Data DKRTH Diolah

5.6.3 Identifikasi Volume Lumpur Tinja yang Diolah

Untuk dapat menghitung *unit cost* pelayanan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja, terlebih dahulu harus menghitung volume limbah cair dalam bentuk tinja yang dapat diolah dengan menggunakan sarana dan prasarana yang tersedia. Berdasarkan hasil kajian potensi retribusi limbah cair, diperoleh data bahwa volume pembuangan limbah cair dalam bentuk tinja ke IPLT mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun.

Pada tahun 2014 volume Lumpur Tinja yang dibuang ke IPLT mencapai 27.316,00 m³ dan pada tahun 2015 sebesar 27.902,00 m³. Sedangkan pada tahun 2016 volume pembuangan Lumpur Tinja ke IPLT mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga menjadi 23.845,50 m³ per tahun. Tahun berikutnya yaitu tahun 2017 mengalami kenaikan lagi menjadi 28.743,00 m³. Untuk tahun 2018 volume pembuangan Lumpur Tinja sejumlah 26.731,02 m³ sehingga total volume pembuangan Lumpur Tinja mulai tahun 2014 sampai dengan tahun 2018 sebanyak

134.537,52 m³. Realisasi volume pembuangan Lumpur Tinja ke IPLT mulai tahun 2014 sampai dengan 2019 secara lebih detail disajikan pada Tabel 5.20.

5.6.4 Identifikasi Total Biaya

Langkah selanjutnya adalah menghitung total biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja. Total Biaya pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja meliputi keseluruhan instalasi, peralatan dan bahan-bahan yang digunakan serta tenaga kerja yang dilibatkan dalam kegiatan pelayanan pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja. Biaya yang dibutuhkan untuk pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5. 20 Pembuangan Lumpur Tinja 2014-2019

Tahun	Volume Tiap Bulan (m ³)												Jumlah (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014	2345	2174,5	2893,5	2290,5	2424	2494,5	1980,5	2082	2217	1948	2014,5	2452	27316
2015	2085,5	2253	2296,5	2082	2283,5	2311,5	2063	2574,5	2453,5	2619	2543	2337	27902
2016	1809,5	1967,5	1999	1652,5	1617,5	1378	1154	3384,5	1750	1668,5	2604	2860,5	23845,5
2017	2826,5	2424,5	2321	2215,5	2090	1854,5	2773,5	2620	2388,5	2607	2386,5	2235,5	28743
2018	1972	2098,75	2514,66	2231,92	1904,82	1551,56	2388,14	2116,37	2253,9	2192,2	2685,8	2820,9	26731,02
2019	2587,6	2434,4	2446,2	2303,8	2452,9	2254,6	3269,9	2754,1	2957,7	2947,8	3021,5	2828,2	32258,7
Jumlah												166796,22	

Sumber: Data DKRTH Diolah

Tabel 5. 21 Biaya Pengolahan IPLT Keputih

No	Jenis Belanja	Jumlah (Rp)
1	Belanja Pegawai (2014-2019)	2.409.365.455
2	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2014)	1.548.539.472
3	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2015)	1.480.088.007
4	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2016)	1.591.508.061
5	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2017)	2.155.178.777
6	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2018)	2.082.881.190
7	Belanja Operasional dan Pemeliharaan IPLT Keputih (2019)	1.115.217.517
8	Belanja Pengembangan Sarana dan Prasarana (2014-2019)	2.461.095.653
9	Biaya Perbaikan Proses (2020)	25.640.000
Total		14.869.514.130

Sumber : Data DKRTH Diolah

5.6.5 Perhitungan Tarif Retribusi Sebenarnya

Langkah terakhir adalah menghitung tarif retribusi pengolahan limbah cair dalam bentuk tinja. Untuk menghitung tarif, perlu dihitung dulu *unit cost* dari pelayanan tersebut. *Unit cost* dihitung dengan rumus: Berdasarkan data pada Tabel 5.19 dapat diketahui bahwa total biaya untuk memberikan pelayanan pengolahan Lumpur Tinja sebesar Rp. 14.528.656.615. Berdasarkan data yang sudah dihitung diketahui bahwa volume Lumpur Tinja yang dapat di olah di IPLT keputih sebanyak 166.796,22 m³. Berdasarkan data di atas dapat dihitung *unit cost* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Retribusi Pengolahan} &= \frac{\text{Total seluruh biaya untuk mengolah lumpur tinja}}{\text{Volume lumpur tinja yang diolah}} \\ &= \frac{\text{Rp. 14.896.514.130}}{166.796,22 \text{ m}^3} \\ &= \text{Rp. 89.331 /m}^3 \end{aligned}$$

Maka, dapat diambil kesimpulan bahwasannya harga retribusi untuk pengolahan lumpur tinja tahun 2014-2019 adalah Rp. 89.331/m³.

5.7 Rekomendasi Optimasi Retribusi

Target dari optimasi retribusi untuk lumpur tinja ini adalah bagaimana caranya untuk memberikan pelayanan maksimal dengan nilai retribusi yang optimal. Selama ini, retribusi lumpur tinja masih kecil kontribusinya di dalam pemasukan PAD. Hal itu menggambarkan pula partisipasi dari masyarakat dalam mengurus *septic tank* mereka. Semakin besar jumlah retribusi yang didapatkan, maka semakin besar pula tingkat kontribusinya. Dan semakin besar pula kontribusi tersebut menunjukkan kondisi sanitasi Kota Surabaya yang baik.

Adapun nilai retribusi yang didapatkan dari lumpur tinja, tidak akan dapat menutupi keseluruhan dari biaya pengolahan. Hal ini dikarenakan retribusi yang dikenakan kepada warga telah disubsidi dan tidak menggunakan biaya sebenarnya. Besarnya nilai retribusi yang didapatkan untuk pengolahan lumpur tinja merepresentasikan terkait dengan kontribusi masyarakat di dalam mengolah lumpur tinja yang ada di *septic tank* mereka masing-masing. Kontribusi retribusi lumpur tinja terhadap pemasukan retribusi DKRTH dari tahun ke tahun dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5. 22 Kontribusi Retribusi Tinja Terhadap Retribusi DKRTH

Tahun	Retribusi LCDBT (Rp)	Total Retribusi DKRTH (Rp)	Kontribusi
2013	0	55.357.793.071,20	0
2014	0	76.600.612.871,58	0
2015	0	61.547.880.288,20	0
2016	242.865.000	70.003.657.922,00	0,0035
2017	469.020.000	61.726.307.005,00	0,0076
2018	301.512.660	65.991.112.754,00	0,0046

Sumber: Data DKRTH Diolah

Ke depannya, potensi volume lumpur tinja yang dapat diolah di IPLT Keptih berdasarkan perhitungan teknis adalah sejumlah 2.756.146,5 m³/3 tahun. Langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif tarif retribusi berdasarkan nilai yang sudah dihitung. Alternatif tarif retribusi yang diusulkan berupa 3 jenis harga yaitu:

- a. Tarif Mengcover 100% *Unit Cost*

$$\begin{aligned}\text{Harga} &= 100\% \times \text{Unit Cost} \\ &= 100\% \times \text{Rp. } 89.331 \\ &= \text{Rp. } 89.331\end{aligned}$$

- b. Tarif Mengcover 50% *Unit Cost*

$$\begin{aligned}\text{Harga} &= 50\% \times \text{Unit Cost} \\ &= 50\% \times \text{Rp. } 89.331 \\ &= \text{Rp. } 44.665\end{aligned}$$

- c. Tarif Mengcover 30% *Unit Cost*

$$\begin{aligned}\text{Harga} &= 30\% \times \text{Unit Cost} \\ &= 30\% \times \text{Rp. } 89.331 \\ &= \text{Rp. } 26.799\end{aligned}$$

Pemerintah Kota menargetkan retribusi yang berasal dari lumpur tinja untuk tiap tahunnya adalah sebesar Rp. 590.000.000. Selama ini, target ini belum pernah terealisasi dengan pendapatan paling besar 90% dari target. Dengan simulasi menggunakan volume lumpur tinja eksisting 2019 yaitu sebesar 32.258 m³, dapat ditentukan tarif untuk pengolahan. Simulasi ini digunakan untuk menentukan tarif yang paling tepat untuk pengolahan lumpur tinja, namun dengan target PAD yang memenuhi permintaan dari pemertintah kota. Simulasi tarif dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Simulasi PAD Berdasarkan *Unit Cost* Baru

% Unit Cost	Unit Cost (Rp)	Tarif (Rp)	Volume (m3)	Potensi PAD
100%	89.331	89.331	32.258	2.881.639.398
50%	89.331	44.666	32.258	1,440.819.699
30%	89.331	26.799	32.258	864.491.819

Maka dapat ditentukan tarif pengolahan adalah sebesar Rp. 26.799 untuk setiap m³ limbah yang dibuang. Karena prinsip retribusi pengolahan lumpur tinja adalah jasa umum dimana tidak diperbolehkan untuk mengambil terlalu memberatkan masyarakat, maka % *unit cost* yang dapat dijadikan sebagai acuan harga adalah 30% dengan harga Rp.26.799 untuk setiap m³. Harga ini naik hampir dua kali lipat dari harga awal sebesar Rp. 15.000. Selain itu juga dengan harga ini, target retribusi akan dapat terpenuhi. Target optimasi retribusi adalah terciptanya keadaan dimana biaya yang harus dibayarkan untuk retribusi adalah optimal dan pelayanan dilakukan secara maksimal. Target dari retribusi untuk pengolahan lumpur tinja ini adalah terciptanya sistem yang memberikan pelayanan maksimal dengan biaya retribusi yang optimal.

Untuk mencapai kondisi tersebut, diperlukan pengondisian dimana biaya yang dikenakan kepada masyarakat tidak terlalu membebani. Retribusi lumpur tinja tidak mungkin dapat menutupi biaya pengolahan, tetapi hanya menunjukkan faktor partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, dengan biaya yang tidak membebani, diharapkan minat masyarakat untuk bergabung dengan sistem akan semakin besar. Selain itu, pemerintah kota tetap dapat memberikan pelayanan maksimal karena biaya telah tertutupi oleh retribusi bidang lain.

Adapun untuk memudahkan masyarakat dalam pembayaran retribusi, dapat direncanakan penyedotan secara terjadwal yang dilakukan secara bertahap sesuai dengan sarana dan prasarana yang dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan untuk harga penyedotan lumpur tinja. Direncanakan akan dilakukan penyedotan periodik selama 3 tahun. Perhitungan dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi sarana dan prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan antara lain, belanja truk sedot sebanyak 210 buah berdasarkan hasil perhitungan, biaya peralatan pendukung, gaji pegawai, dan biaya BBM. Biaya operasional penyedotan berdasarkan data DKRTH dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Biaya belanja truk sedot = Rp. 484.682.500 / unit

Biaya peralatan pendukung = Rp. 72.000.000 / tahun

Biaya BBM = 1.501,78 L / tahun

Belanja pegawai = Rp. 3.800.000 / orang bulan x 3 orang
= Rp. 11.400.000 / bulan

Tabel 5. 24 Biaya Sarana Prasaran Penyedotan Tinja 1 Tahun

Sarana dan Prasarana	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Biaya Truk Sedot (210 buah)	484.682.500	101.741.325.000
Biaya Peralatan Pendukung	72.000.000	72.000.000
Biaya BBM	1.502	2.523.360.000
Belanja Pegawai (1 truk 2 orang)	11.400.000	1.596.000.000
Total		105.932.685.000

2. Mengidentifikasi Potensi Lumpur Tinja yang Masuk

Berdasarkan perhitungan peluang lumpur tinja yang dapat masuk ke IPLT Keputih yaitu sebesar 2.756.146,5 m³ dalam 3 tahun. Jadi, untuk 1 tahunnya, volume yang berpotensi masuk adalah 918.715,5 m³.

3. Menghitung Biaya Penyedotan

$$\begin{aligned} \text{Retribusi Penyedotan} &= \frac{\text{Total Biaya Sarpras}}{\text{Potensi Lumpur Tinja}} \\ &= \frac{\text{Rp.105.932.685.000}}{918.715,5 \text{ m}^3} \\ &= \text{Rp. 115.305 /m}^3 \end{aligned}$$

Setelah itu, dapat dilakukan penjumlahan antara biaya pengolahan dengan 30% *unit cost* untuk ditambahkan dengan biaya penyedotan yaitu Rp. 26.799 + Rp. 115.305 = Rp. 142.104 dengan pembulatan menjadi Rp. 142.000 untuk setiap m³. Dengan diasumsikan bahwa volume kurasan adalah 3 m³ dan penjadwalan dilakukan selama 3 tahun, maka biaya per bulan yang harus dibayar oleh masyarakat adalah:

$$\begin{aligned}
\text{Biaya per bulan} &= \frac{\text{Biaya Pengolahan dan Penyedotan } 3 \text{ m}^3}{3 \text{ Tahun} \times 12 \frac{\text{Bulan}}{\text{Tahun}}} \\
&= \frac{\text{Rp. } 426.000}{3 \text{ Tahun} \times 12 \frac{\text{Bulan}}{\text{Tahun}}} \\
&= \text{Rp. } 11.833 / \text{bulan} \\
&= \text{Rp. } 12.000 / \text{bulan (pembulatan)}
\end{aligned}$$

Adapun beberapa metode penarikan retribusi yang dapat digunakan antara lain:

1. Digabung dengan retribusi sampah

Kelebihan dari sistem penggabungan retribusi sampah dengan retribusi Lumpur Tinja ini adalah adanya peraturan yang menyatakan bahwa pihak yang dinyatakan wajib melaksanakan pembayaran retribusi sampah adalah mereka yang belum terdaftar di PDAM, mereka yang terdaftar sebagai pelanggan PDAM dan menghasilkan sampah di atas 1 m³/hari, serta pelanggan PDAM yang membuang sampah secara langsung ke TPA. Pengelolaan sampah yang dilakukan oleh DKRTH sendiri telah mencapai 96,43% dari total seluruh sampah di Surabaya pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan partisipasi masyarakat akan semakin mudah untuk didapatkan.

Kelemahan dari sistem ini adalah terlalu banyaknya klasifikasi harga yang ditetapkan oleh Pemerintah Kota Surabaya. Di dalam Perda Nomor 10 Tahun 2012 bagian lampiran terdapat 6 klasifikasi yang mana tiap klasifikasi juga terdapat banyak lagi kriteria-kriteria tertentu. Selain itu, kondisi eksisting pengelolaan sampah di Surabaya juga belum optimal terlebih lagi terkait dengan penarikan retribusi.

2. Digabung dengan retribusi PDAM

Kelebihan dari sistem ini adalah jumlah pelanggan PDAM Kota Surabaya yang telah mencapai 567.819 sambungan pada Tahun 2018 berdasarkan situs PDAM Kota Surabaya. Sistem PDAM yang memberikan hukuman atas keterlambatan pembayaran berupa pencabutan akses juga merupakan pertimbangan pemilihan. Menurut USAID (2016), untuk menerapkan sistem LLTT yang baik membutuhkan lembaga operator yang memiliki

kapasitas teknis dan manajerial yang baik. Untuk saat ini, hampir tidak ada lembaga tingkatan kota yang sudah memiliki kapasitas dalam menangani puluhan ribu pelanggan kecuali PDAM.

Kelemahan dari sistem ini adalah biaya PDAM yang fluktuatif membuat masyarakat rawan untuk melakukan protes di saat pemakaian ada pada titik puncak. Selain itu pula, kelemahan lainnya diantaranya diperlukan perubahan perda kelembagaan PDAM jika ingin melibatkan PDAM sebagai operator LLTT.

3. Ditarik langsung per KK melalui RT-RW-Kelurahan

Kelebihan dari sistem ini adalah sistem penarikan retribusi yang lebih teroganisir, mulai dari tingkat RT kemudian RW, Kelurahan, dan terus naik sampai masuk sebagai PAD.

Kelemahan dari sistem ini adalah perbedaan kondisi lingkungan yang membuat kondisi penarikan akan beragam. Ada yang mudah, ada yang sulit, dan lain sebagainya.

4. Dikelola IPLT Keputih Sendiri

Opsi terakhir ini merupakan proyeksi yang dapat diterapkan jangka panjang karena ada opsi bentuk kelembagaan yang harus dipenuhi oleh IPLT Keputih. Untuk dapat menjadi operator LLTT, setidaknya IPLT Keputih harus terbentuk menjadi UPT (Unit Pelaksana Teknis) atau Perusahaan Daerah (PD). Bentuk UPT seringkali dinilai lebih layak di awal-awal operasi LLTT. Sebagai bagian dari Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) induknya, operasi UPT masih akan didanai oleh pemerintah kota. Dengan pengelolaan dari pihak IPLT langsung, akan memudahkan manajemen kerja serta pembuatan peraturan. Namun pada saat ini, IPLT Keputih masih berada di bawah naungan DKRTH sehingga penerapan alternatif ini masih sulit untuk dilaksanakan. IPLT Keputih masih perlu banyak perubahan dan penataan sistem yang lebih baik lagi, terutama terkait dengan hal penyedotan.

Dari keempat alternatif tersebut, yang paling efektif untuk diterapkan di Kota Surabaya adalah metode kedua yaitu penarikan retribusi tinja dengan memasukkan nilainya ke dalam retribusi PDAM. Di beberapa daerah seperti Surakarta dan

Sibolga telah menerapkan sistem ini. Retribusi lumpur tinja memang bisa dinilai cukup besar, namun apabila dicicil bulanan untuk mencapai 3 tahun target LLTT, masyarakat akan sedikit mendapatkan keringanan.

Menurut USAID (2016), jika suatu PDAM memiliki tingkat cakupan layanan air minum yang tinggi setidaknya 60%, layak dipertimbangkan sebagai operator LLTT. Sebagian PDAM sudah memanfaatkan teknologi informasi modern. Lagipula, dengan menunjuk PDAM sebagai lembaga operator LLTT, rekening LLTT dapat disatukan dengan rekening layanan air minum. Setiap bulan, pelanggan PDAM hanya akan menerima satu lembar tagihan dengan suatu besaran rekening yang sudah menjumlahkan besaran rekening layanan air minum dengan besaran rekening LLTT. Dengan penggabungan ini, pelanggan LLTT mau tidak mau akan membayar rekening LLTT jika tetap ingin mendapatkan layanan air minum. Daya paksa ini akan meningkatkan efisiensi pembayaran rekening LLTT.

Kemudian menurut Kuncoro (2016), PDAM Surabaya sendiri sudah layak untuk menjadi operator karena memiliki persentase pelayanan yang besar. Selain itu, kualitas pelayanan PDAM Kota Surabaya dalam penanganan keluhan pelanggan yang ditinjau dari kehandalan menunjukkan bahwa sudah dilaksanakan sesuai janji.

Jika nantinya IPLT Keputih yang untuk saat ini masih menjalankan layanan *on call* dalam menjalankan tugasnya berubah menjadi UPT atau PD, maka sistem penarikan retribusi sudah dapat dilaksanakan sendiri. Dengan demikian, akan terbentuk suatu sistem baru yang akan mengelola lumpur tinja Kota Surabaya. Walau butuh banyak tenaga dan waktu, dengan sistem baru ini akan dapat dirancang untuk penyesuaian pelayanan dan menciptakan momentum pembenahan sanitasi.

Sedangkan untuk pengklasifikasian harga sendiri, menurut USAID (2016) pelanggan dapat diklasifikasikan minimal menjadi 4 yaitu:

- Pelanggan rumah tangga
- Pelanggan niaga
- Pelanggan instansi
- Pelanggan sosial

Kemudian perlu dipertimbangkan pula kemungkinan LLTT diterapkan khusus pada bangunan-bangunan di kawasan masyarakat berpenghasilan rendah.

Pengklasifikasian harga ini menjadi perlu dilakukan ketika memang diinginkan untuk membedakan layanan yang diberikan kepada tiap-tiap kelompok. Jika tidak ada perbedaan layanan yang diberikan maka tidak diperlukan adanya klasifikasi.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Hasil evaluasi kinerja unit pengolahan di IPLT Keputih adalah sebagai berikut:
 - SSC: durasi pengeringan lumpur dan ketinggian lumpur di unit SSC tidak memenuhi kriteria desain.
 - *Balancing tank*: waktu detensi tidak memenuhi kriteria desain
 - OD: nilai MLVSS dan waktu aerasi tidak memenuhi kriteria desain.
 - *Clarifier*: nilai SLR dan HLR tidak memenuhi kriteria desain.
 - SDB: ketinggian lumpur melebihi kriteria desain yang diizinkan.
2. Rekomendasi perbaikan sistem yang dapat diterapkan di IPLT Keputih antara lain:
 - SSC: memperbaiki waktu pengisian dan pengeringan SSC menjadi 10 hari (3 bak beroperasi) dengan mempertahankan ketinggian lumpur di angka 50 cm dalam kondisi eksisting. Saat kondisi debit maksimal, waktu pengisian berubah menjadi 5 hari dengan pengeringan 7 hari.
 - *Balancing tank*: melakukan pengurusan rutin dan perawatan pompa serta operasional yang menyesuaikan dengan perbaikan proses yang ada.
 - OD: memperpanjang waktu aerasi menjadi 18 jam. Kemudian juga meresirkulasi lumpur yang terbentuk dengan rasio 0,79 dari produksi lumpur.
 - *Clarifier*: penambahan debit dan pemasangan *flowmeter*.
 - SDB: mempertahankan ketinggian maksimal untuk lumpur dengan nilai maksimal 50 cm agar mempercepat waktu pengeringan. Pengisian SDB untuk tiap bed nya adalah selama 7 hari. Saat berada dalam debit maksimal, pengisian bed SDB adalah 3 hari.
3. Nilai sebenarnya dari retribusi pengolahan lumpur tinja adalah Rp. 89.331/m³/pelanggan. Sistem penarikan retribusi yang optimal dengan pelayanan maksimal untuk diterapkan di Kota Surabaya adalah dengan

memasukkan nilai retribusi tinja ke dalam retribusi PDAM dengan menggabungkan antara tarif pengolahan dan tarif penyedotan sehingga harga yang harus dibayarkan oleh masyarakat adalah Rp. 12.000/bulan/pelanggan. Dengan catatan, nilai retribusi ini bukan sebagai titik tumpu PAD, melainkan untuk menunjukkan partisipasi masyarakat dalam mengolah lumpur tinjanya.

6.2 Saran

Saran penelitian:

1. Melakukan penelitian lanjutan terkait pengembangan IPLT yang akan menerima limbah dari restoran.
2. Melakukan penelitian terkait potensi biogas dari limbah restoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F., Effendi, R.R., Prayudi, R. T., Rosa, Y., Paryanto, S. 2014. **The Mapping Condition for The Treatment of Fecal Sludge Installation.** Jurnal Permukiman 9(2). Bandung: Litbang.
- Anonim. 2018. **Kajian Teknis Pengolahan Limbah Cair Kota Surabaya.**
- Bonton, A., Taher, T., Al-Rawi. 2012. **Evaluation of The Sludge Drying Beds at Sana'a Wastewater Treatment Plant.**
- Cofie, O.O., Agobottah, S., Strauss, M., Esseku, H., Montangero, A., Awuah, E., Kone, D. 2006. **Solid-Liquid Separation of Fecal Sludge Using Drying Beds in Ghana: Implication for Nutrien Recycling in Urban Agriculture.** Journal of Water Research 40(1).
- Dian, G., Herumurti, W. 2016. **Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih, Surabaya.** Jurnal Teknik 5(1). Surabaya.
- Dwinovantyo, A. 2011. **Verifikasi Metode COD secara ASTM D 1252, Photometri SQ 118 dan EPA 410.3, Salinitas Berdasarkan Standard Method 16th Edition dan Horiba U-10, dan DO Secara Yodometri dengan Metode SNI 06-6989.14-2004.** Bogor.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.** Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- El-Gawad, A.H.A., Aly, M.A. 2011. **Assessment of Aquatic Environmental for Wastewater Management Quality in the Hospitals: a Case Study.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7): 474-782.
- Gafur, A. 2015. **Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Haji Makassar Tahun 2014.** Jurnal Higiene 1(1).
- Halim, A. 2008. **Akuntansi Keuangan Daerah.** Jakarta: Salemba Empat.
- Halim, A., Nasir, F. 2006. **Analisis Kinerja Juru Pungut Retribusi Pelayanan Persampahan Terhadap Target Retribusi Pelayanan Persampahan Pada Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang.**

- Hamid, A.S.N., Malek, C.A.N., Mokhtar, H., Mazlan, S.W., Tajuddin, M.R. 2015. **Removal of Oil and Grease from Wastewater Using Natural Adsorbents.** Jurnal Teknologi (Science & Engineering) 78:5-3. Selangor: UTM Press.
- Heinss, U., Larmie, S. A., Strauss, M. 1999. **Characteristics of Fecal Sludge and Their Solids-Liquid Separation.** EAWAG/SANDEC.
- Hermana, J. 2008. **Perencanaan Solid Separation Chamber dan Drying Area pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja.** Surabaya: ITS Press.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. **Permen KLHK No 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.**
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204 Tahun 2004 tentang **Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit.** Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. **Permen PUPR No 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Pengolahan Air Limbah Domestik.**
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. **Ringkasan Eksekutif Penyusunan Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah dan DED Air Limbah Kota Surabaya.**
- Kuncoro, D. J. 2016. **Studi Deskriptif Tentang Kualitas Pelayanan Penanganan Keluhan Pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya.** Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik 4(2). Surabaya
- Lestari, R. D., Yudihanto, G. 2013. **Pengolahan Lumpur Tinja pada Sludge Drying Bed IPLT Keputih Menjadi Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Biodrying.** Jurnal Teknik 2(2). Surabaya: ITS
- Mardiasmo. 2011. **Perpajakan Edisi Revisi.** Jakarta: Andi
- Masduqi, A., Assomadi, A. F. 2016. **Unit Operasi dan Proses Pengolahan Air.** Surabaya: ITS Press.
- Metcalf, Eddy. 2003. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse (Fourth Edition).** New York: Mc Graw-Hill.
- Moertinah, S. 2010. **Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi.** Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri 1(2). Semarang: Balai Besar Teknologi.

- Murugan, S., Choo, J. K., Sihombing, H. 2013. **Linear Programming for Palm Oil Industry**. International journal of Humanities and Management Sciences (IJHMS), 1(3), 184-187.
- Nelwan, F., Sugiana, K., Kamulyan, B. 2003. **Kajiana Program Pengelolaan Air Limbah Perotaan Studi Kasus Pengelolaan IPAL Margasari Balikpapan**. Jurnal Manusia dan Lingkungan 10(2). Yogyakarta.
- Nusa, A., Falah, S., Wamafma, I. 2018. **Potensi Pajak dan Retribusi Daerah di Kabupaten Yahukimo**. Jurnal Keuda 2(3).
- Oktarina, D., Haki, H. 2013. **Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang (Studi Kasus IPLT Sukawiatan)**. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 1(1).
- Peraturan Daerah Kabupaten Malang No 1 Tahun 2008 tentang **Retribusi Pengelolaan Lumpur Tinja**.
- Peraturan Daerah Kabupaten Purworejo No 8 Tahun 2009 tentang **Retribusi Pengelolaan Lumpur Tinja**.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya No 1 Tahun 2016 tentang **Retribusi Pengolahan Limbah Cair dalam Bentuk Tinja**.
- Peraturan Gubernur Jakarta No 1 Tahun 2018 tentang **Retribusi Pengelolaan Lumpur Tinja**.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2018. **Kajian Teknis Pengelolaan Limbah Cair**.
- Purwita, L.D., Soewondo, P. 2014. **Pengaruh Air pada Pengolahan Lumpur Tinja Tangki Septik Berbasis Terra Preta Sanitation**. Jurnal Teknik Lingkungan 20(2).
- Putra, F. P. 2018. **Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan Pengelolaan Limbah (Cair dan Medis Padat) di RSUD Indrasari Rengat dalam Rangka Peningkatan Tipe C Menjadi B**. Surabaya: ITS.
- Putra, S. 2016. **Ekonomi Pembangunan: Proses, Masalah, dan Dasar Kebijakan**. Jakarta.
- Putri, N. 2011. **Kajian Implementasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja di Indonesia**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan. Surabaya.
- Qasim, S., R. 1985. **Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation**. New York: CBS College Publishing.

- Rachmawan, R., Suyadi, I., Sudjana, N. 2016. **Optimalisasi Retribusi Pelayanan Pasar Guna Peningkatan PAD di Kabupaten Tulungagung.** Jurnal Perpajakan 11(1).
- Rizal, N. 2014. **Sistem dan Prosedur Pembayaran Retribusi Perizinan Usaha.** Jurnal WIGA 4(1) ISSN 2088-0944. Lumajang.
- Saraswati., Puji, S. 2000. **Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah.** Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Siahaan, M. 2005. **Pajak Daerah dan Retribusi Daerah.** Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Solikhah, F. 2018. **Strategi Optimalisasi Retribusi Pasar dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan Asli Daeah (PAD) Pemda Kabupaten Banyumas.**
- Strande, L., Ronteltap, M., Brdjanovic, D. 2014. **Fecal Sludge Management System Approach for Implementation and Operation.** IWA Publishing. London.
- Supratman, J. 2011. **Perencanaan Optimasi Produksi Produk Freezer dan Showcase di PT FPS.** Jurnal Pasti 10(3).
- Susanthi, D., Yanuar, M., Suprihatin. 2018. **Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor.** Jurnal Teknologi Lingkungan 19(2).
- Sutedi, A. 2008. **Hukum Pajak dan Retribusi Daerah.**
- Tamakloe, W. 2014. **Characterization of Fecal Sludge and Analysis of Its Lipid Content for Biodiesel Production.** Thesis Departemen Teknik Kimia. Universitas Sains dan Teknologi Kwame Nkrumah Ghana.
- USAID. 2016. Layanan Lumpur Tinja Terjadwal.
- Widyastuti, S., Sari, A. S. 2011. **Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi dalam Mereduksi Kesadahan.** Jurnal Teknik 9(1) ISSN: 1412-1867.

LAMPIRAN A
DAFTAR ASET YANG DIGUNAKAN IPLT KEPUTIH

NO	Tempat dan Jenis	Spesifikasi
I	<u>SOLID SEPARATION CHAMBER</u>	
1	Kolam (4 kolam)	Pengurasan dilakukan setiap hari
2	Elektrik	Rumah Panel (Handle Key, pengaman/sekering, overload, terminal rel) / setiap tahun
3	Mekanik Clampsell	Clampsell (6 buah motor/dynamo terdiri: 5 buah motor kapasitas 2,2 PK, 1 buah motor kapasitas 3,5 PK) ganti oli motor 3 kali/tahun
4	Alat Penunjang	Dump Truk / setiap bulan
II	<u>BALANCING TANK / EQUALIZER</u>	
1	Kolam (2 kolam)	Pengurasan/ setiap 6 bulan dikerjakan secara manual (7 hari x 22 orang)
2	Elektrik	Rumah panel kecil 2 buah (1 buah terdiri : 1 MCB 10A, 3 buah lampu kontrol, 1 buah rel MCB) setiap tahun dan 1 buah panel Amper 15A Rumah panel besar 2 buah (1 buah terdiri : 1 MCB 16A, 3 buah Lampu kontrol, 1 buah rel MCB, 1 buah panel Amper 15A) setiap tahun dan terminal
3	Mekanik	3 buah pompa jumbo (terdiri 2 buah terpasang 1 buah cadangan) dengan kapasitas 5,5 PK / 3 bulan
4	Alat Penunjang	2 buah pipa besi buangan uk 4", 2 buah chain block, 2 buah tiang penyangga / setiap tahun
III	<u>OXIDATION DITCH</u>	
1	Kolam (4 kolam)	Pengurasan setiap tahun (dikuras dan dikerjakan selama 14 hari sebanyak 22 orang/tenaga)
2	Elektrik	4 buah Panel besar (1 buah terdiri : 2 buah MCB 16A, 3 buah lampu kontrol, rel MCB 2 buah, 1 buah terminal) setiap tahun 8 buah Panel sedang (1 buah terdiri : 1 buah MCB 10A, 3 buah lampu kontrol, 1 buah terminal, 3 buah sekering, 1 buah Magnetic Switch 15A/380 volt 3 phase) setiap tahun
3	Mekanik	9 buah Mammoth Rotor (terdiri : 4 buah kapasitas 7,5 PK 3 phase, 4 buah kapasitas 5,5 PK 3 phase, 1 buah kapasitas 5,5 PK 3 phase cadangan / 3 bulan)

NO	Tempat dan Jenis	Spesifikasi
		8 buah gear box (ganti oli setiap 1000 jam); 1 buah gear box terdiri : as gigi bantu, as gigi sekunder, as gigi primer, 6 buah bearing, karet kejut, kopling, bearing kopling, rumah bearing floating seal, van belt, plendis / 6 bulan, 180 biji daun kincir/setiap tahun, dynamo
IV	<u>DISTRIBUTION BOX</u>	
1	Alat Penunjang	Pipa beton
V	<u>RETURN SLUDGE</u>	
1	Kolam (2 kolam)	Pengurusan / setiap hari
2	Elektrik	2 buah rumah panel (1 buah rumah panel terdiri : 1 MCB 10A, 3 buah Lampu kontrol, 3 buah sekering, 1 buah panel Amper 15A, 1 buah terminal 1 buah rel MCB) / setiap tahun
3	Mekanik	3 buah pompa jumbo kapasitas 5,5 PK 3 phase (2 buah terpasang, 1 buah cadangan) / 3 bulan
4	Alat Penunjang	2 buah chain block / setiap tahun
VI	<u>CLARIFIER/SETTLING TANK</u>	
1	Kolam (2 buahkolam)	Pengurusan/pembersihan setiap tahun
2	Elektrik	2 buah rumah panel (1 buah rumah panel terdiri : 1 buah MCB 6A, 3 buah lampu kontrol, 1 buah terminal, 1 buah rel MCB) setiap tahun
3	Mekanik	2 buah motor kapasitas 1,5 PK, 2 buah gear box (1 buah gear box terdiri : 1 buah as gigi primer, 1 buah gigi sekunder, 1 buah gigi penghubung, bestle 3 buah, 1 buah motor penggerak bestle) / 4 bulan
4	Alat Penunjang	2 buah scapper / karet penyapu lumpur / 6 bulan
VII	<u>DRYING BED</u>	
1	Kolam 4 kolam (24 kotak)	Pengurusan / 3 bulan (1 kolam (8 kotak) dikerjakan selama 7 hari) sebanyak 22 orang tenaga
2	Alat Penunjang	Pipa paralon uk 4" panjang 50 meter, pipa beton
VIII	<u>DRYING AREA</u>	
1	Kolam 4 kotak	Pengurusan 3 bulan dikerjakan selama 7 hari sebanyak 22 orang tenaga (1 kotak)
2	Alat Penunjang	Pipa paralon uk 4"

NO	Tempat dan Jenis	Spesifikasi
IX	<u>PENGURASAN LUMPUR ALTERNATIF (SEL INCENERATOR)</u>	
	1 Bak alternatif	Pengurasan 6 bulan dikerjakan dengan alat berat/bego
2	Alat Penunjang	Pipa paralon uk 4" panjang 200 meter
X	<u>SUMP WELL</u>	
	1 Elektrik	1 buah rumah panel (terdiri : 1 buah MCB 6A, 3 buah lampu kontrol, 1 buah terminal, 1 buah rel MCB, 1 buah panel Amper 15A), 1 buah contactor) / 6 bulan
	2 Mekanik	1 buah pompa jumbo kapasitas 2,2 PK/ 3 bulan 1 buah pompa jumbo kapasitas 2,2 PK cadangan
3	Alat Penunjang	Pipa paralon uk 4"
XI	<u>PENGECER DARI SUNGAI</u>	
	1 Elektrik	1 buah rumah panel (terdiri : 1 buah MCB 6A, 3 buah lampu kontrol, 1 buah terminal, 1 buah rel MCB, 1 buah panel Amper 15A) / 6 bulan
	2 Mekanik	1 buah pompa jumbo kapasitas 2,2 PK / 3 bulan
3	Alat Penunjang	Pipa paralon uk 4"
XII	<u>POLISHING POND/BAK PENAMPUNG</u>	
	1 Elektrik	1 buah rumah panel (terdiri : 3 buah MCB/2 buah 6A, 1 buah 16A, 3 buah lampu kontrol, 6 buah sekering, 3 rel MCB, 3 buah terminal)/ 6 bulan
	2 Mekanik	2 buah pompa jumbo 2,2 PK / 4 bulan, 1 buah pompa kapasitas 16 PK
3	Alat Penunjang	Pipa paralon untuk pengenceruk 4", untuk pembuangan ke sungai uk 8" ± 700 meter
XIII	<u>DUMP TRUK</u>	
1	Mekanik	Ganti oli mesin, filter solar/bulan, filter udara/4 bulan, minyak rem, ganti oli hidrolis/tahun, Tune Up, Oli transmisi/6 bulan
XIV	<u>LAMPU JALAN</u>	
	1 Elektrik	1 buah rumah panel (terdiri : 3 buah MCB 15A 1 phase, 3 buah lampu kontrol) / 1 tahun
2	Alat Penunjang	28 tiang lampu dan lampunya / 6 bulan

NO	Tempat dan Jenis	Spesifikasi
XV 1 2	<u>GENSET</u> Elektrik Mekanik	1 buah Genset kapasitas 50 KVA, 1 buah Panel Induk (terdiri : 1 buah Handle Key 125A, sekering batu 60A 3 buah, 3 buah kontrol Amper, 1 buah kontrol Voltage, 1 buah kontrol Hz, 1 buah voltmeter, 3 buah lampu sekering, 2 buah MCB 25A 3 phase, 1 buah alat Perubahan arus) Ganti Oli setiap 1000 jam
XVI 1	<u>CENTRAL PANEL</u> Elektrik	6 buah Central Panel (1 buah terdiri : Handle Key 125A, 3 buah Sekering batu 60A, 3 buah kontrol Amper, 1 buah kontrol Voltage, 1 buah kontrol Hz, 1 buah Voltmeter, 3 buah lampu sekering, 2 buah MCB 25A 3 phase / setiap tahun

Sumber Data: DKRTH

LAMPIRAN B
HASIL UJI LABORATORIUM

No	Titik Pengambilan	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji Per Bulan		
					Januari	April	Juli
1	SSC	BOD	mg/L	30	-	-	-
		COD	mg/L	50	-	-	-
		TSS	mg/L	50	-	-	-
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	-	-	-
		pH	-	6-9	-	-	-
2	Balancing Tank	BOD	mg/L	30	248.61	246.77	119.45
		COD	mg/L	50	650.77	691.58	520.66
		TSS	mg/L	50	11680	2800	7500
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	2277.8	368.2	535.9
		pH	-	6-9	6.86	6.77	6.73
3	Oxidation Ditch	BOD	mg/L	30	-	-	-
		COD	mg/L	50	-	-	-
		TSS	mg/L	50	-	-	-
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	-	-	-
		pH	-	6-9	-	-	-
4	Sump Well	BOD	mg/L	30	-	-	-
		COD	mg/L	50	-	-	-
		TSS	mg/L	50	-	-	-
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	-	-	-
		pH	-	6-9	-	-	-
5	Clarifier 2	BOD	mg/L	30	71.82	34.18	38.74
		COD	mg/L	50	182.65	112.5	70.06
		TSS	mg/L	50	36	20	2
		Minyak dan Lemak	mg/L	10	1	2.4	1
		pH	-	6-9	6.39	6.94	6.85

Sumber Data: DKRTH

LAMPIRAN C
DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pengukuran Dimensi

Selasa, 24 September 2019



Rabu, 25 September 2019



2. Wawancara

Selasa, 8 Oktober 2019 bersama Bu Lilik (Dosen FH Unair)



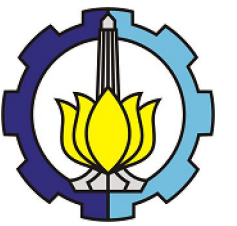
LAMPIRAN D
GAMBAR TEKNIS

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Air Molek, pada tanggal 20 Januari 1997, merupakan anak pertama dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 004 Candirejo dan lulus pada tahun 2008. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Pasir Penyau dan lulus pada tahun 2011. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di SMAN Plus Provinsi Riau yang selesai pada tahun 2014. Pada tahun 2018 penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana di Departemen Teknik Lingkungan ITS. Selama masa kuliah S1, penulis mendapatkan beasiswa pemerintah provinsi Riau. Penulis kemudian melanjutkan perkuliahan S2 di Departemen Teknik Lingkungan ITS pada tahun 2018 dengan beasiswa *fresh graduate*. Masa perkuliahan ditempuh dalam waktu 3 semester. Selama perkuliahan pascasarjana, penulis telah bekerja di Pusat Studi Permukiman, Lingkungan, dan Infrastruktur LPPM ITS pada tahun 2018 dan pada awal tahun 2019 penulis mulai bekerja di Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya. Kritik dan saran dapat dikirim melalui e-mail penulis dengan alamat faridfaridfarid20@gmail.com.



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Layout Eksisting IPLT Keputih

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

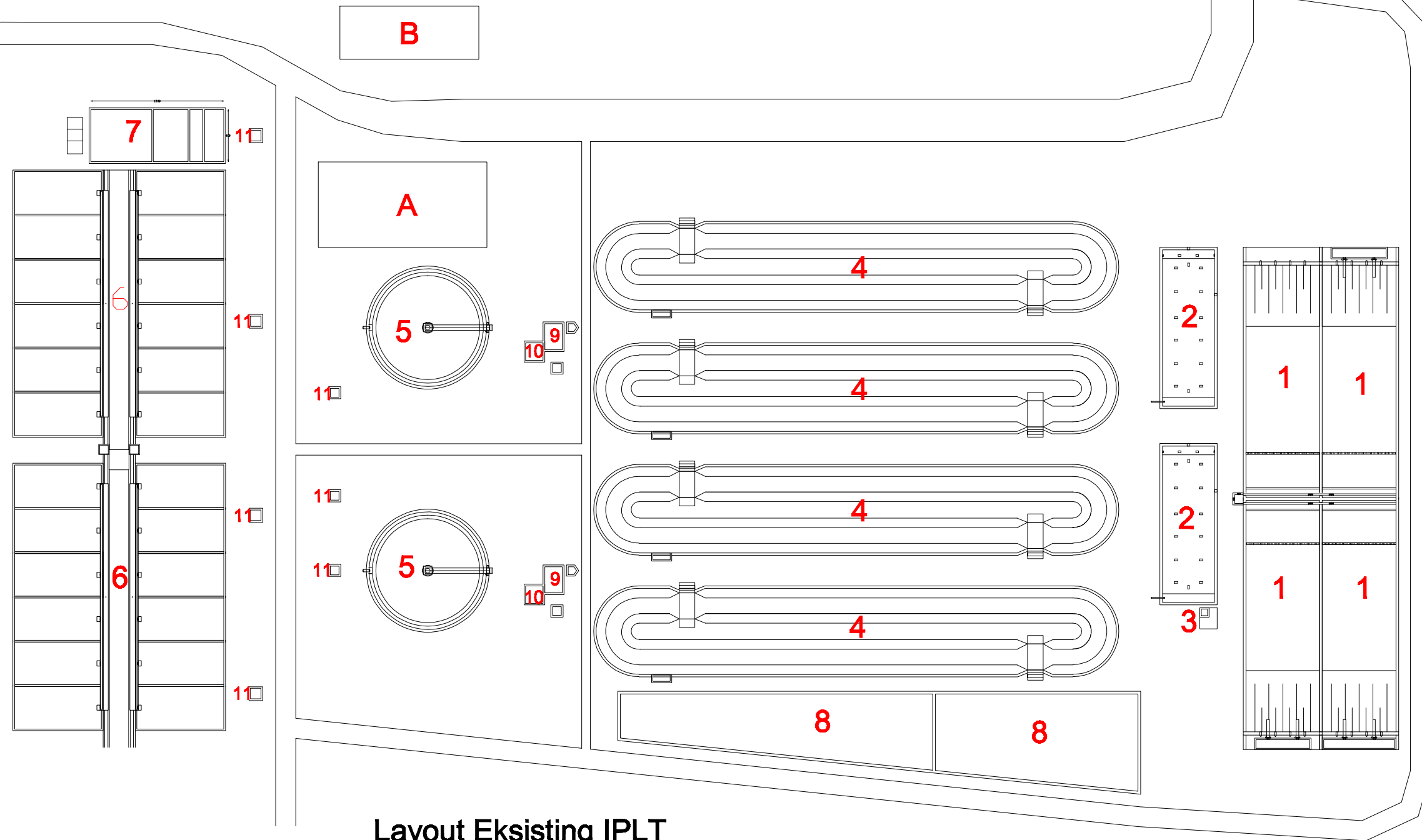
LEGENDA

SKALA

1 : 400

NO GAMBAR

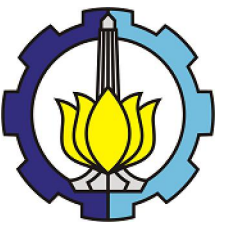
1



Layout Eksisting IPLT

Keterangan:

- | | | | |
|---|-------------------|----|---------------------|
| A | = Kantor | 6 | = Sludge Drying Bed |
| B | = Parkiran | 7 | = Polishing Pond |
| 1 | = SSC | 8 | = Drying Area |
| 2 | = Balancing Tank | 9 | = Distribution Box |
| 3 | = Sump Well | 10 | = Mixing Tank |
| 4 | = Oxidation Ditch | 11 | = Bak Kontrol |
| 5 | = Clarifier | | |



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Solid Separation Chamber

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

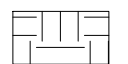
NRP

03211850010006

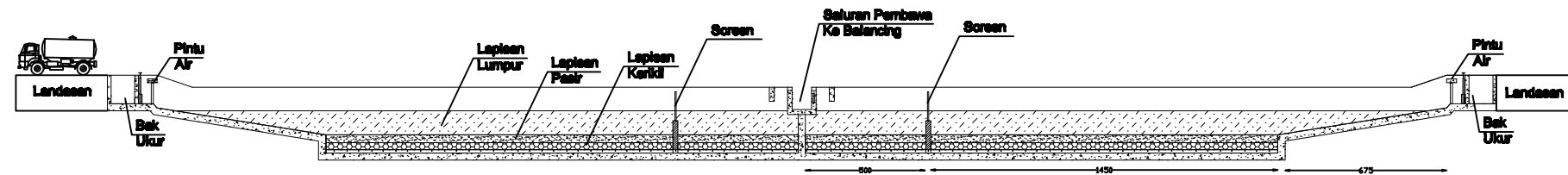
PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

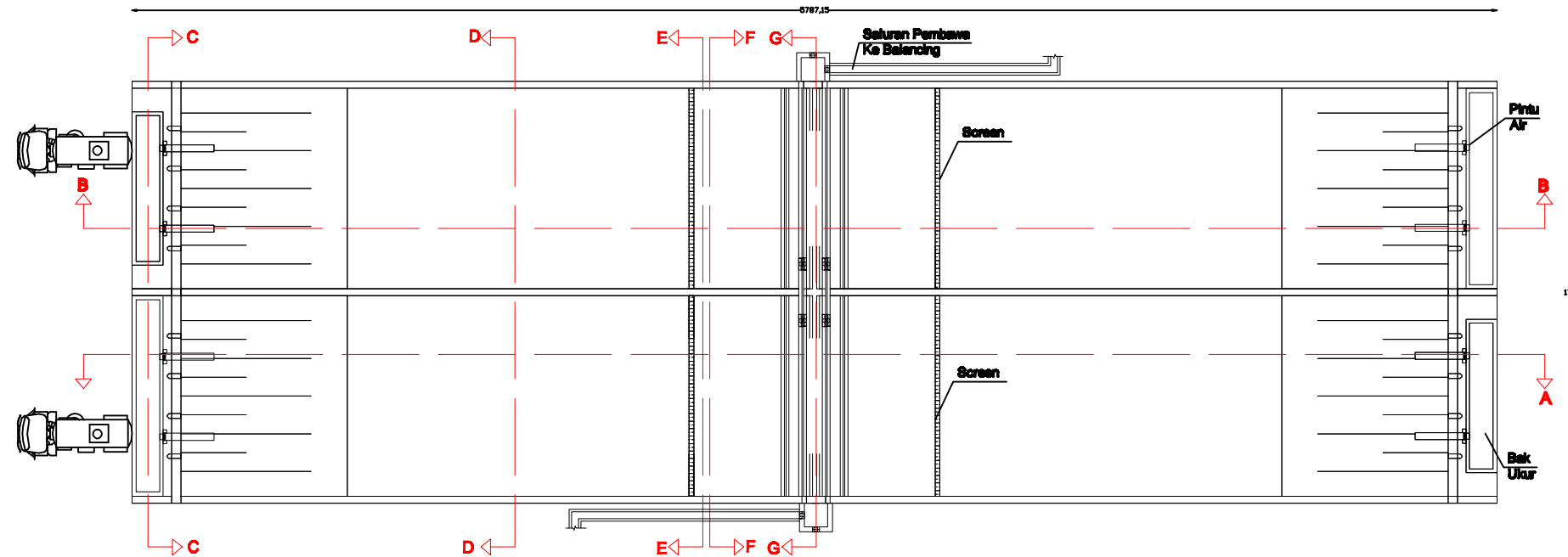
LEGENDA



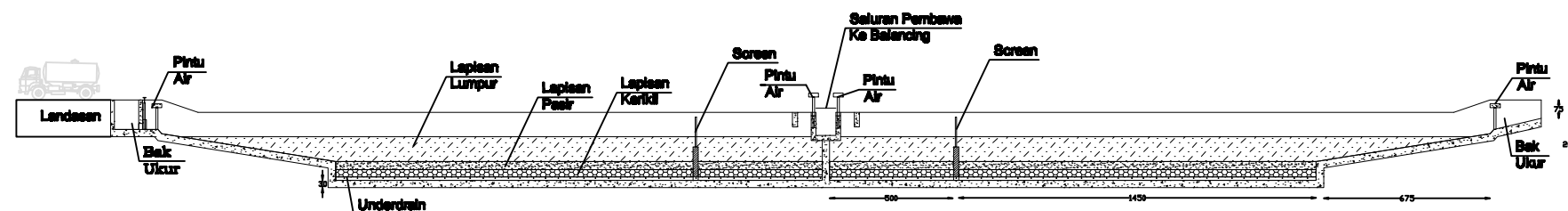
Muka Tanah



Potongan B-B



Denah



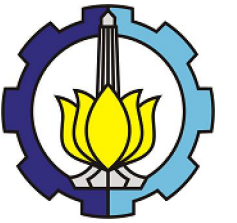
Potongan A-A

SKALA

1 : 200

NO GAMBAR

2



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Solid Separation Chamber

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

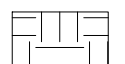
NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA



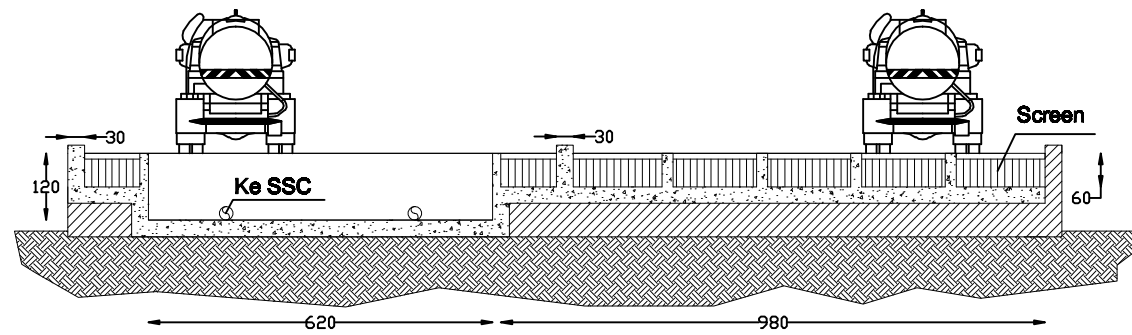
Muka
Tanah

SKALA

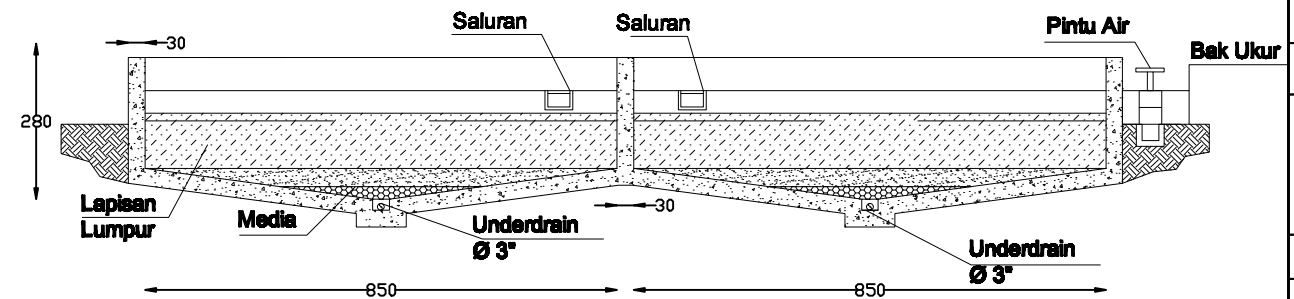
1 : 200

NO GAMBAR

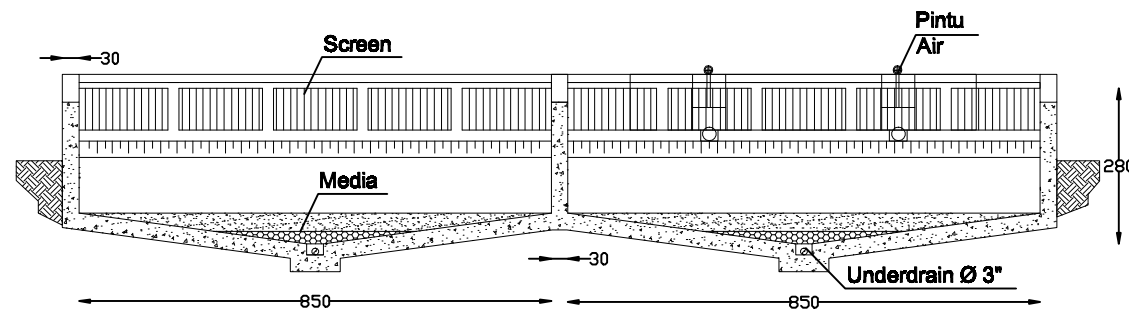
3



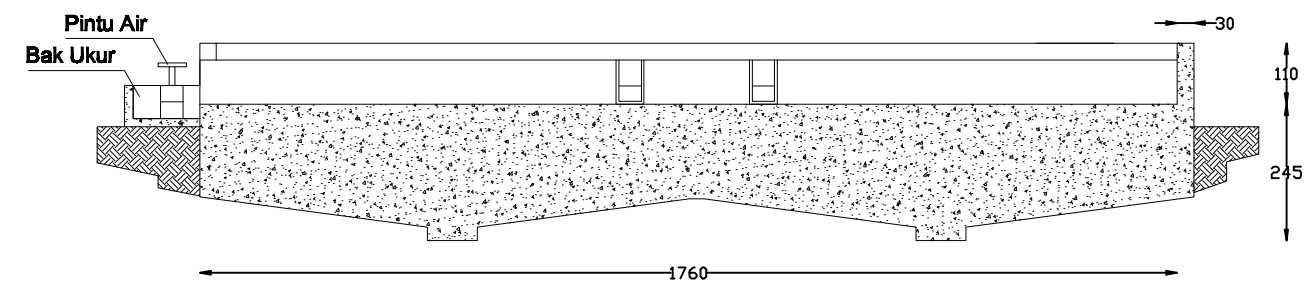
Potongan C-C



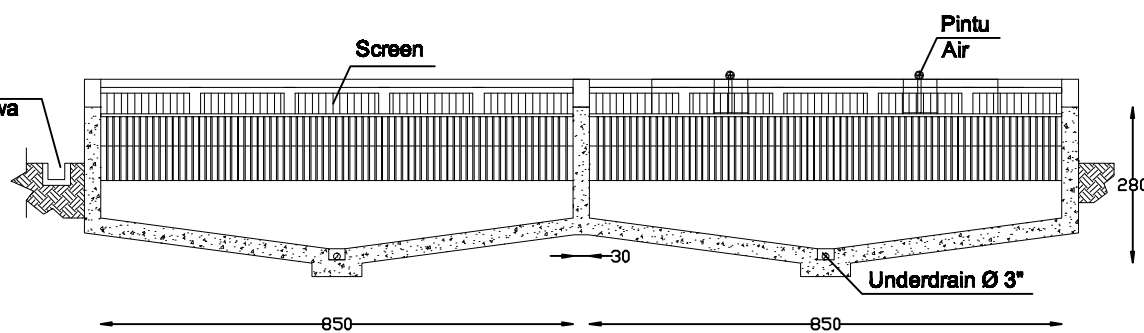
Potongan F-F



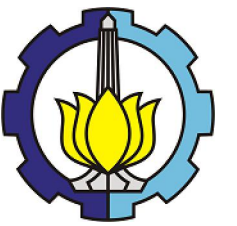
Potongan D-D



Potongan G-G



Potongan E-E



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Balancing Tank

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

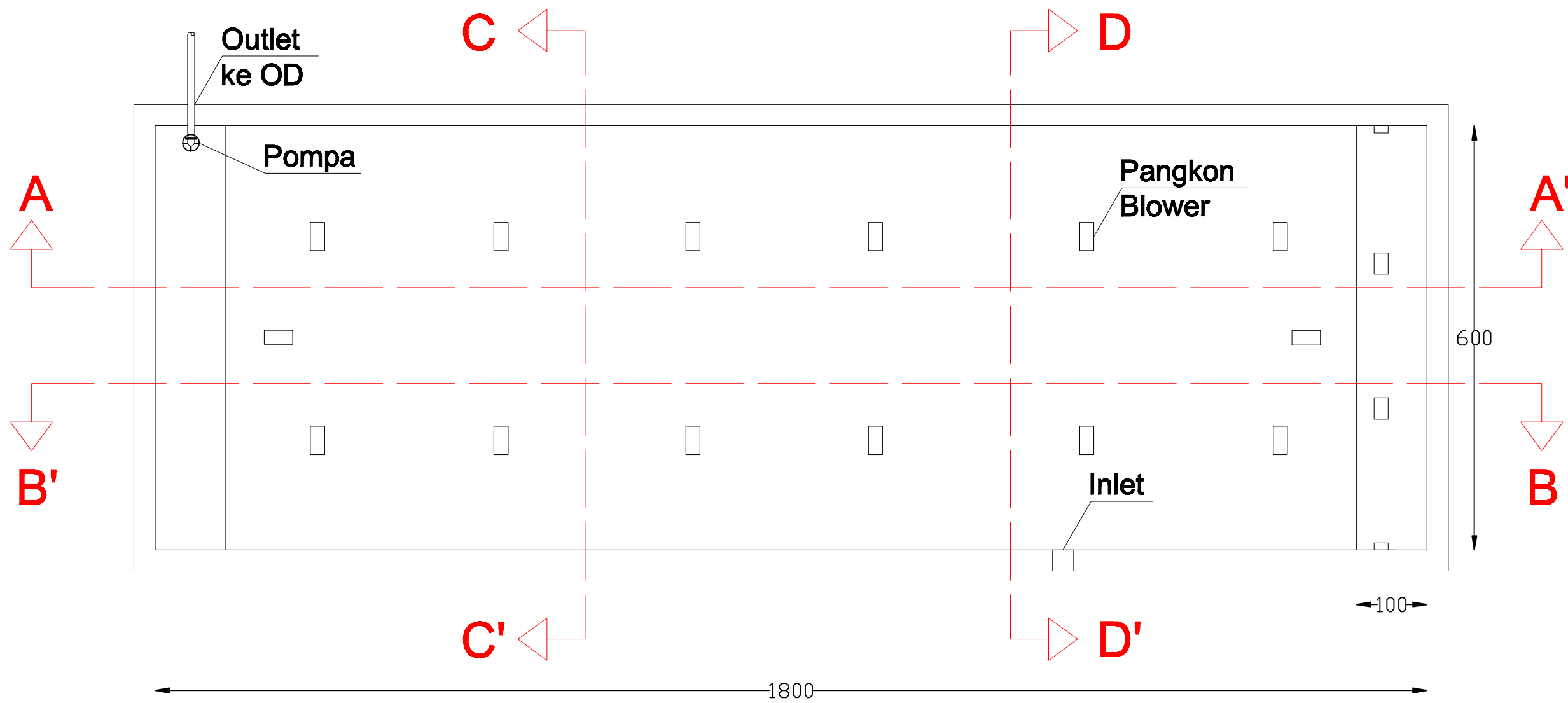
LEGENDA

SKALA

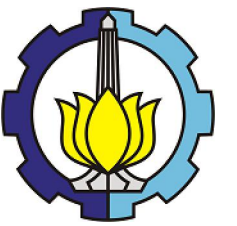
1 : 50

NO GAMBAR

4



Denah



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Balancing Tank

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

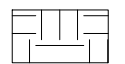
NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA



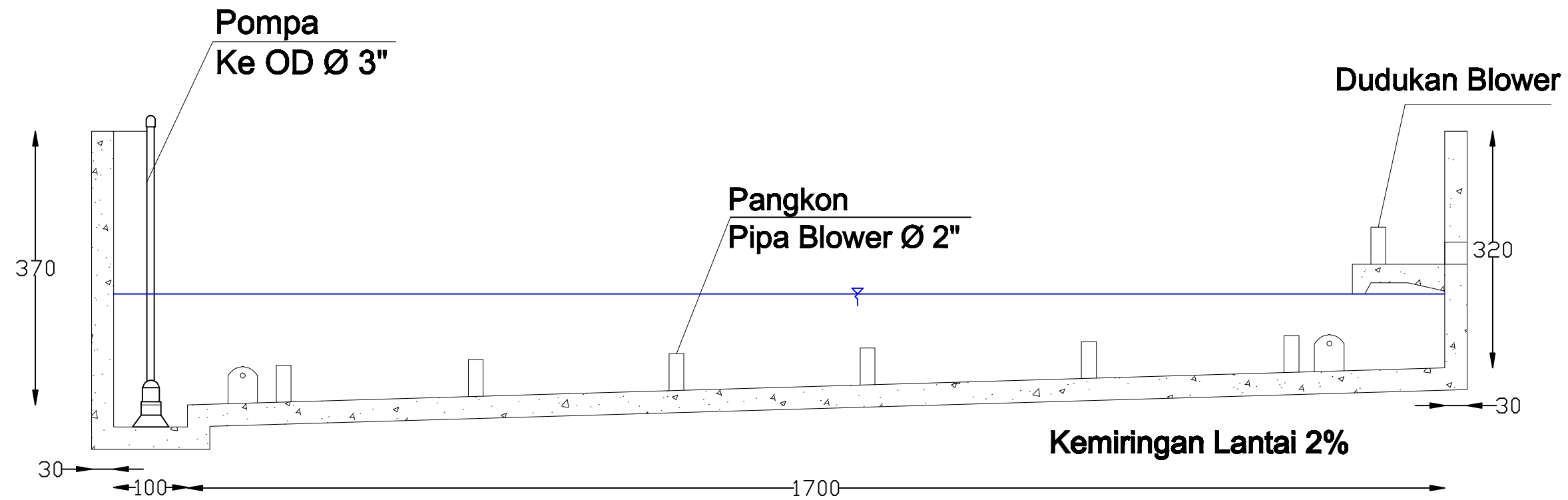
Muka Tanah

SKALA

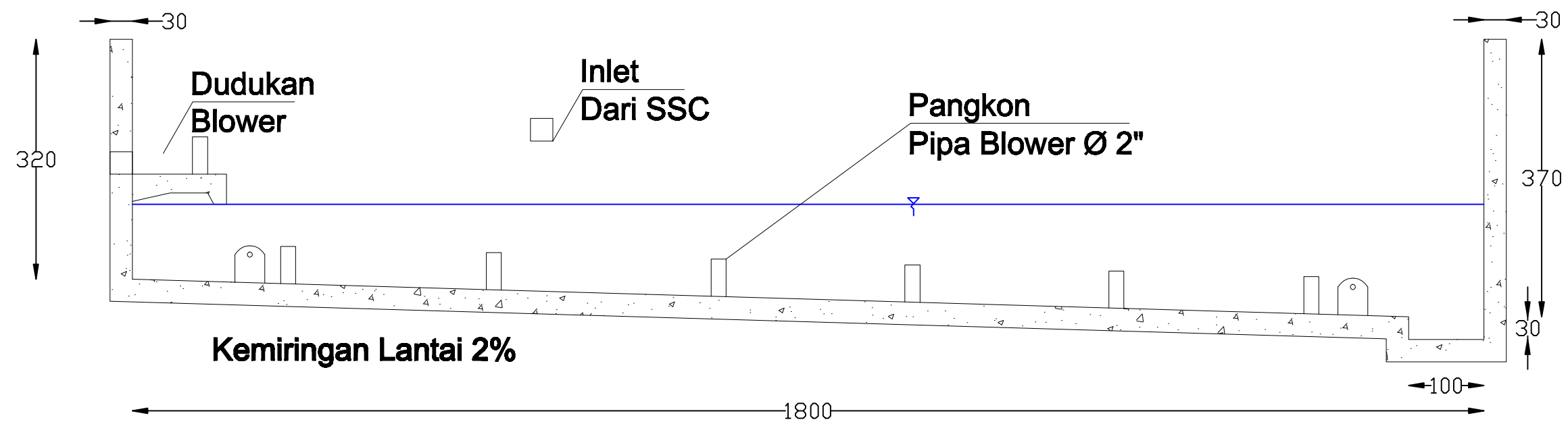
1 : 50

NO GAMBAR

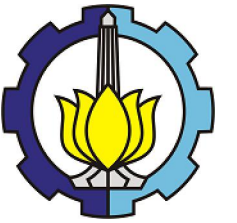
5



Potongan A-A



Potongan B-B



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Balancing Tank

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

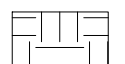
NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA



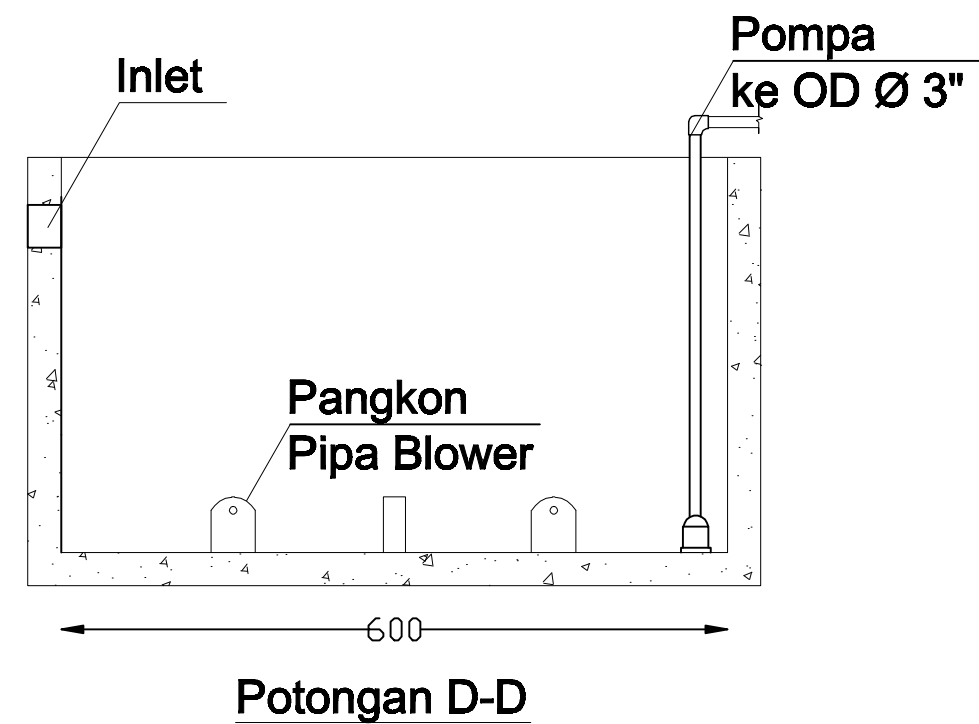
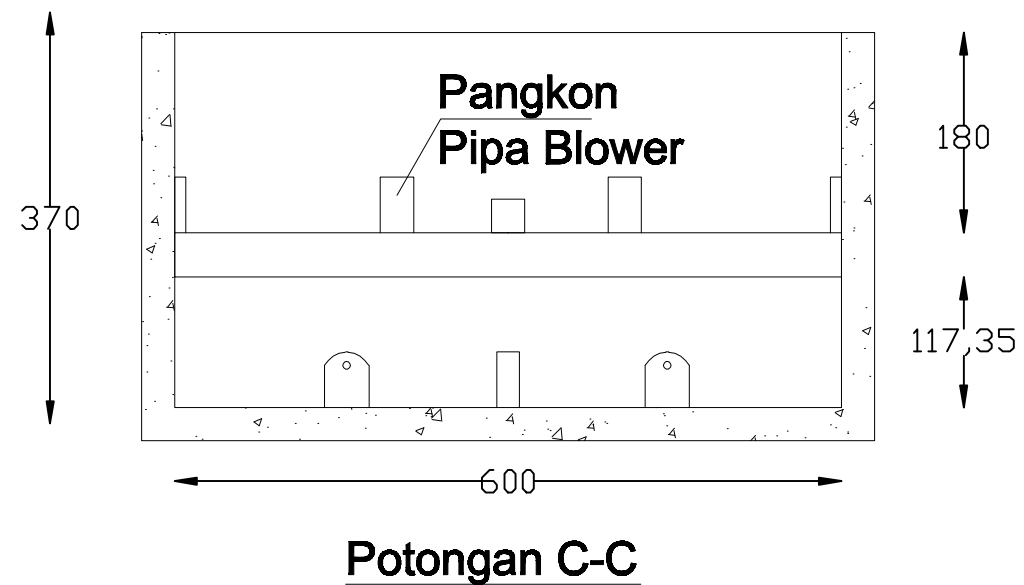
Muka
Tanah

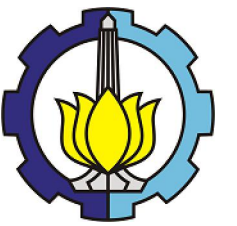
SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

6





TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Oxidation Ditch

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA

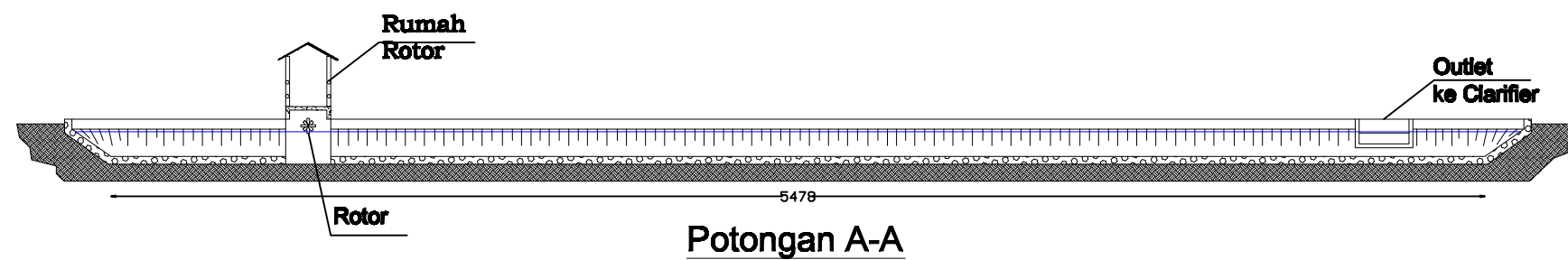
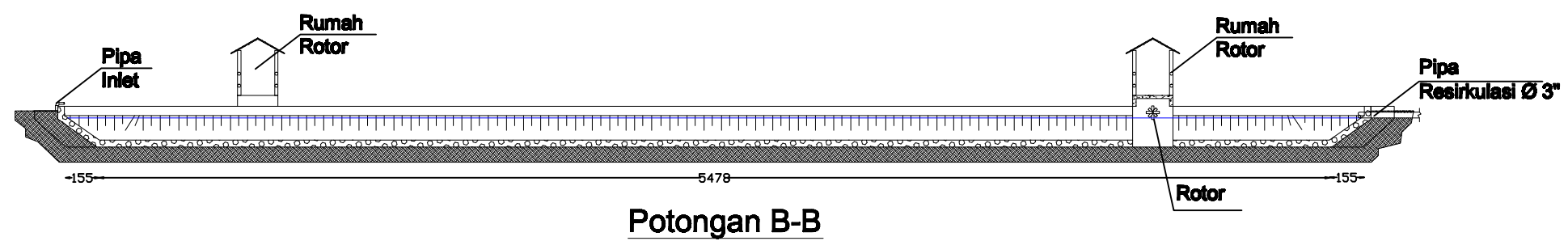
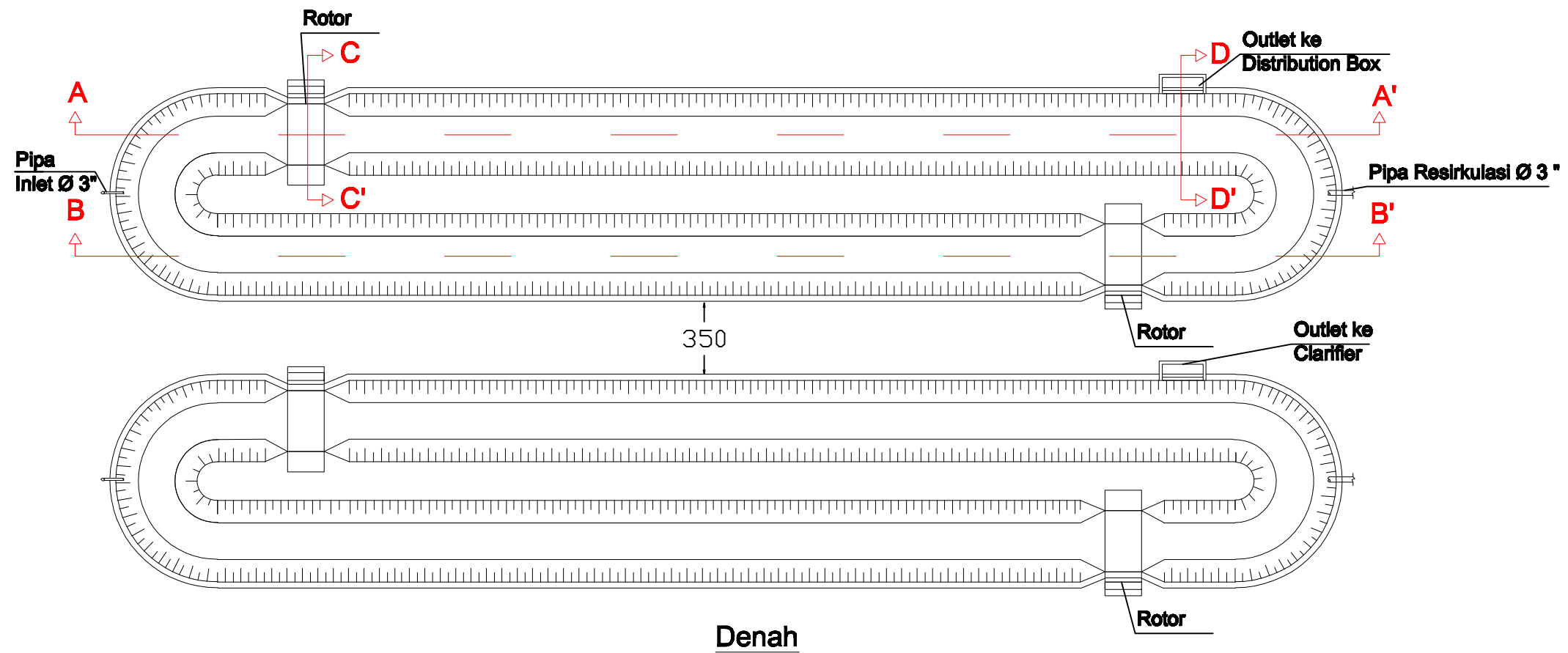
 Muka Tanah

SKALA

1 : 200

NO GAMBAR

7





TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Oxidation Ditch

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA



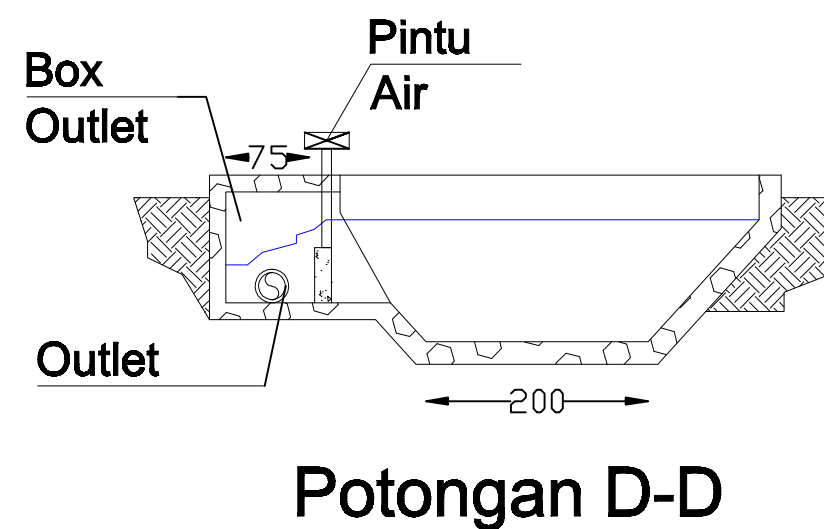
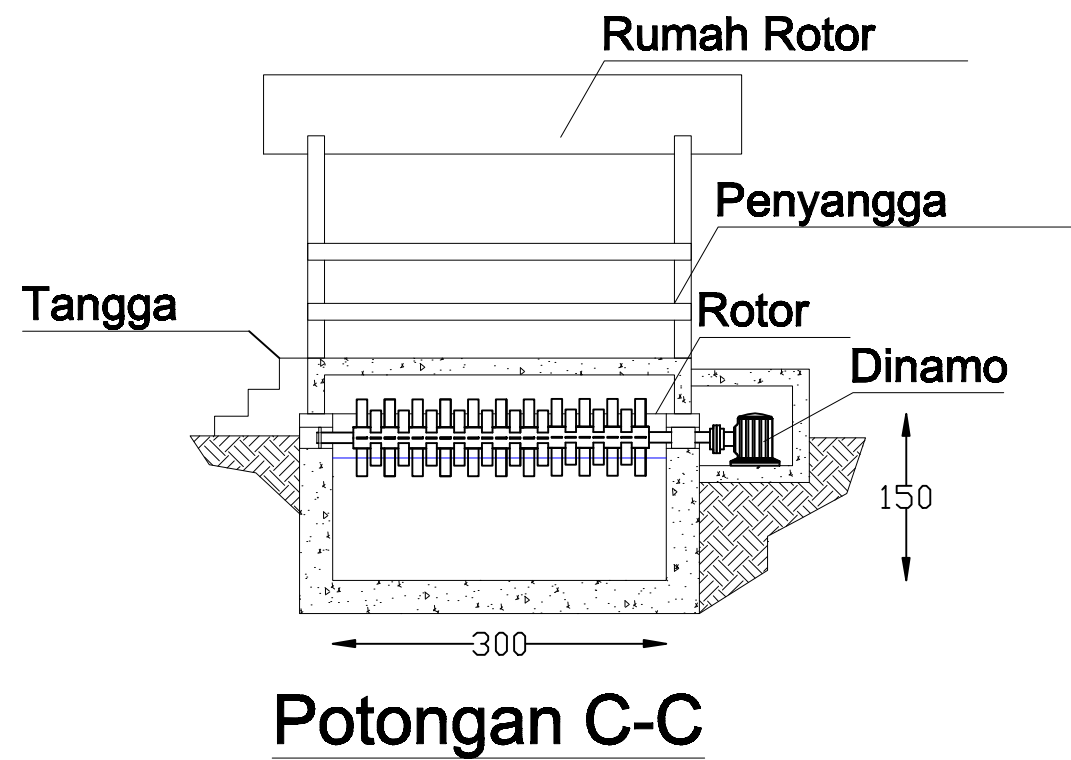
Muka
Tanah

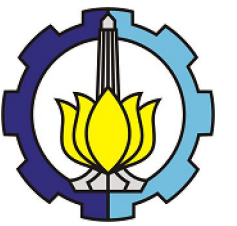
SKALA

1 : 200

NO GAMBAR

8





TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Clarifier

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

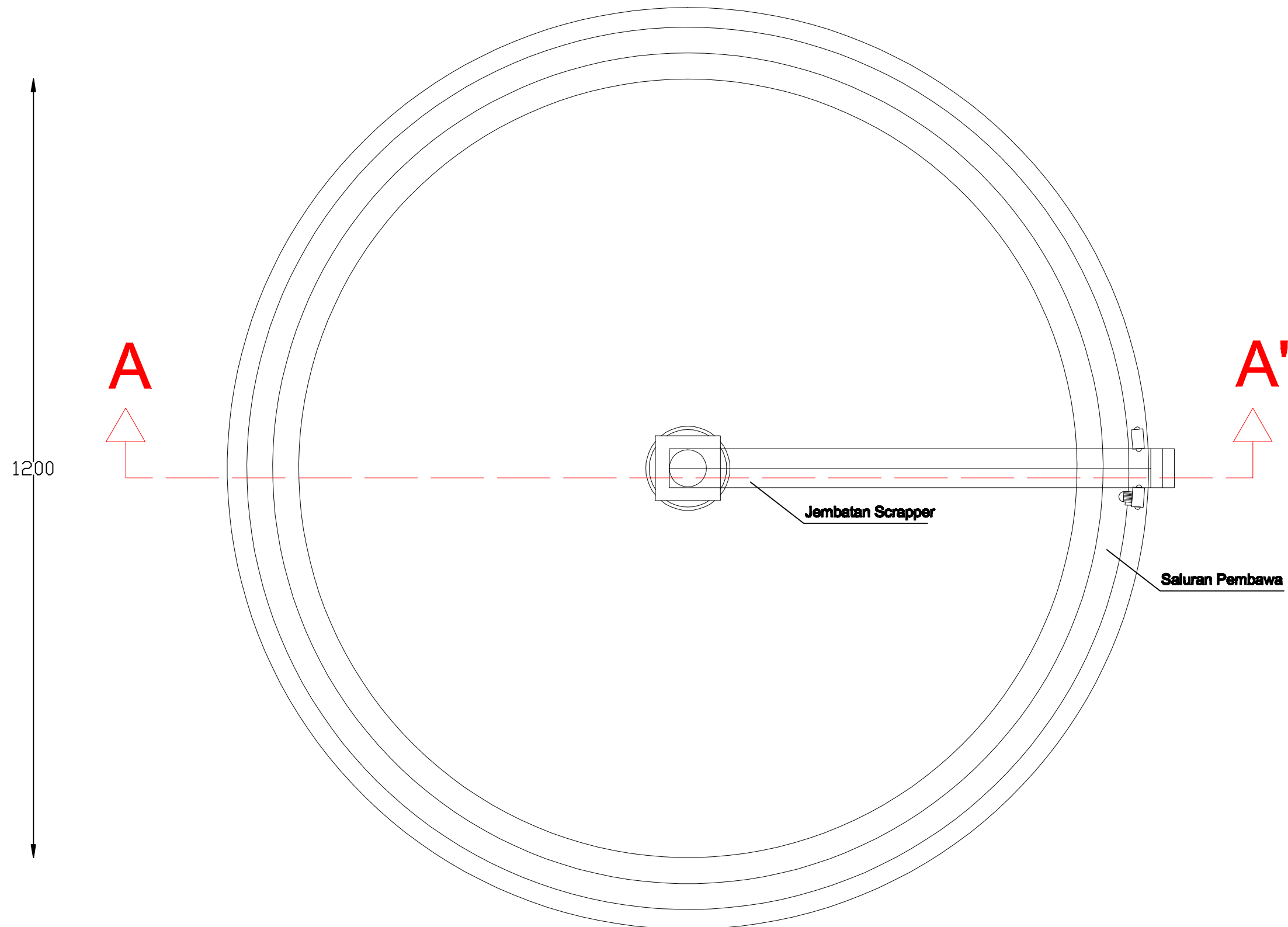
LEGENDA

SKALA

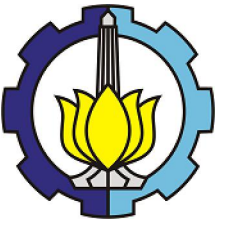
1 : 50

NO GAMBAR

9



Denah Clarifier



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses
Pengolahan Limbah Tinja
Kota Surabaya dan Optimalisasi
Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Clarifier

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

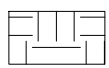
NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA

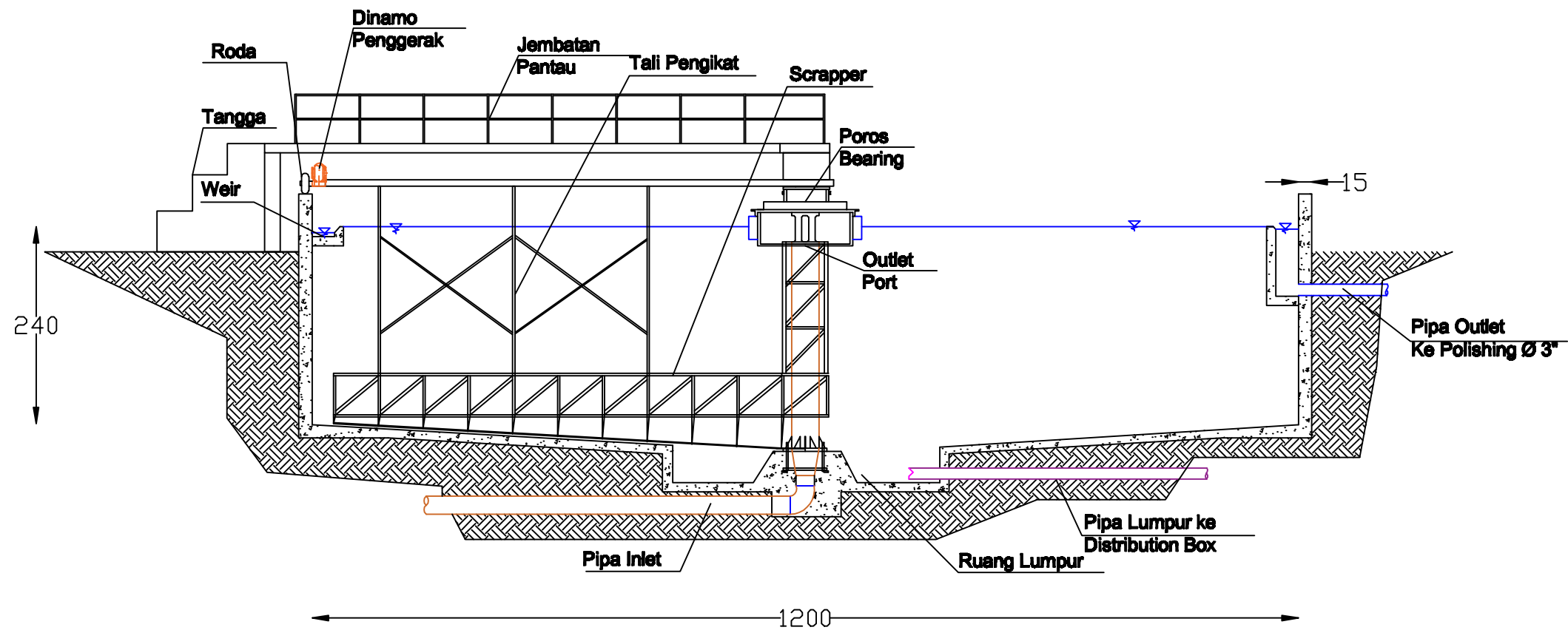
 Muka
Tanah

SKALA

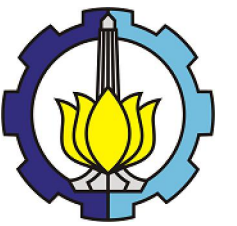
1 : 50

NO GAMBAR

10



Potongan A-A



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Sludge Drying Bed

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

LEGENDA

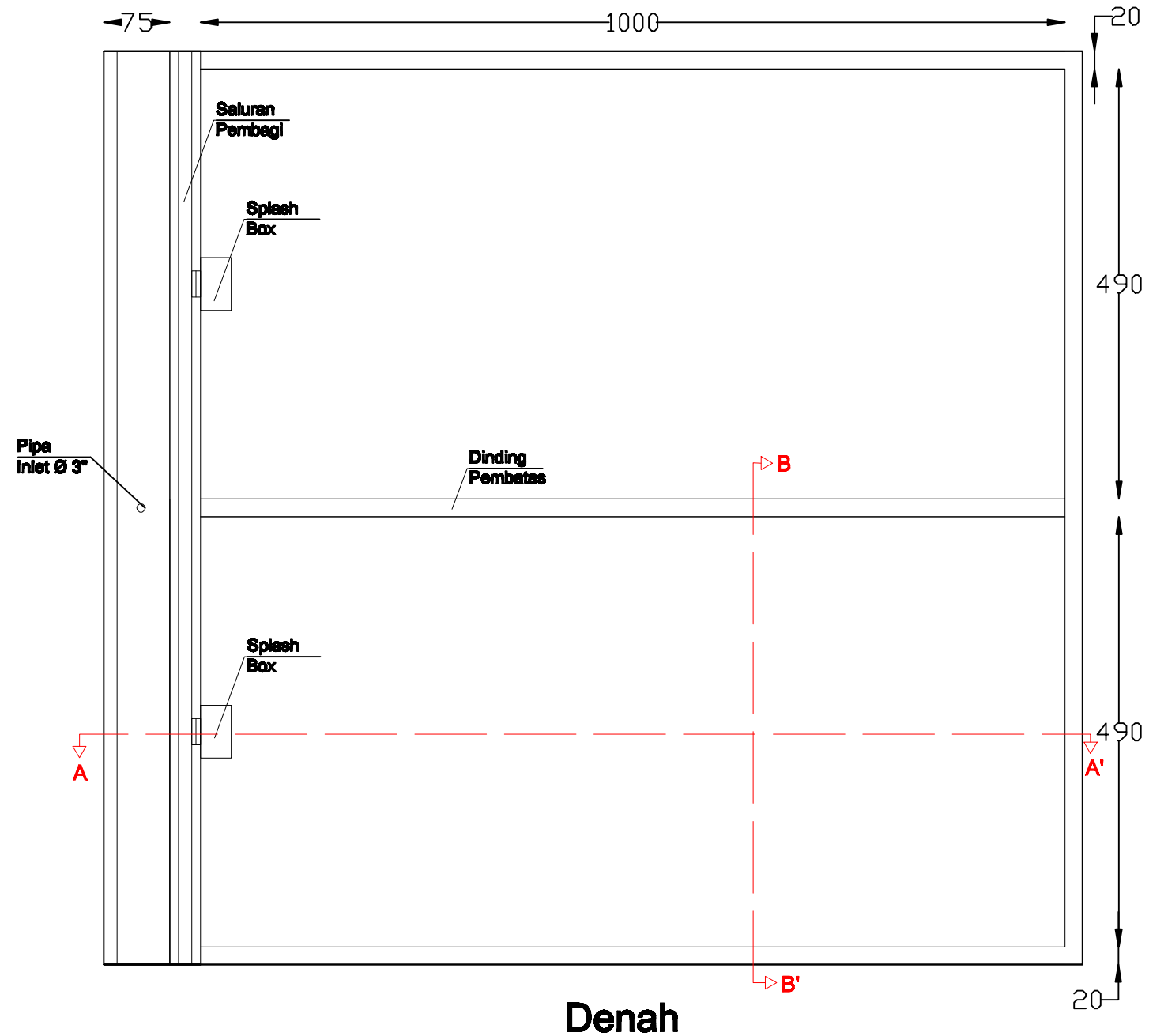
 Muka Tanah

SKALA

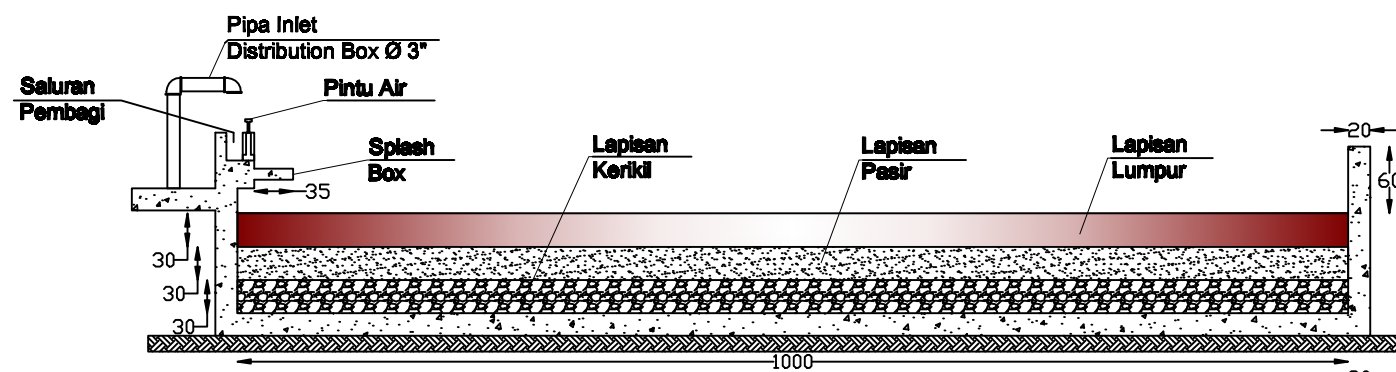
1 : 50

NO GAMBAR

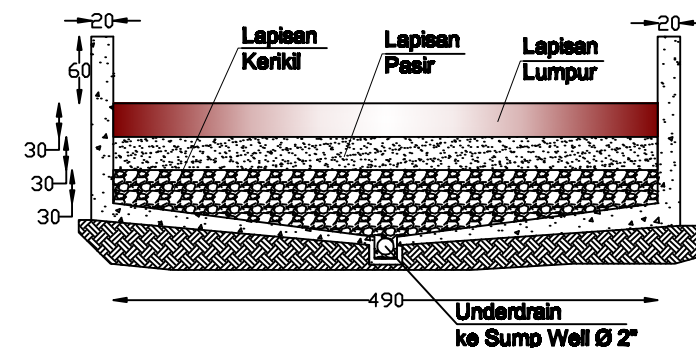
11



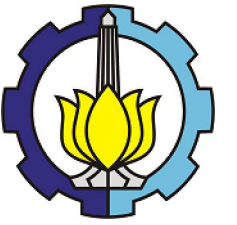
Denah



Potongan A-A



Potongan B-B



TESIS-RE185401

Kajian Perbaikan Proses Pengolahan Limbah Tinja Kota Surabaya dan Optimalisasi Retribusi Pengelolaannya

JUDUL GAMBAR

Distribution Box

MAHASISWA

Farid Pratama Putra

NRP

03211850010006

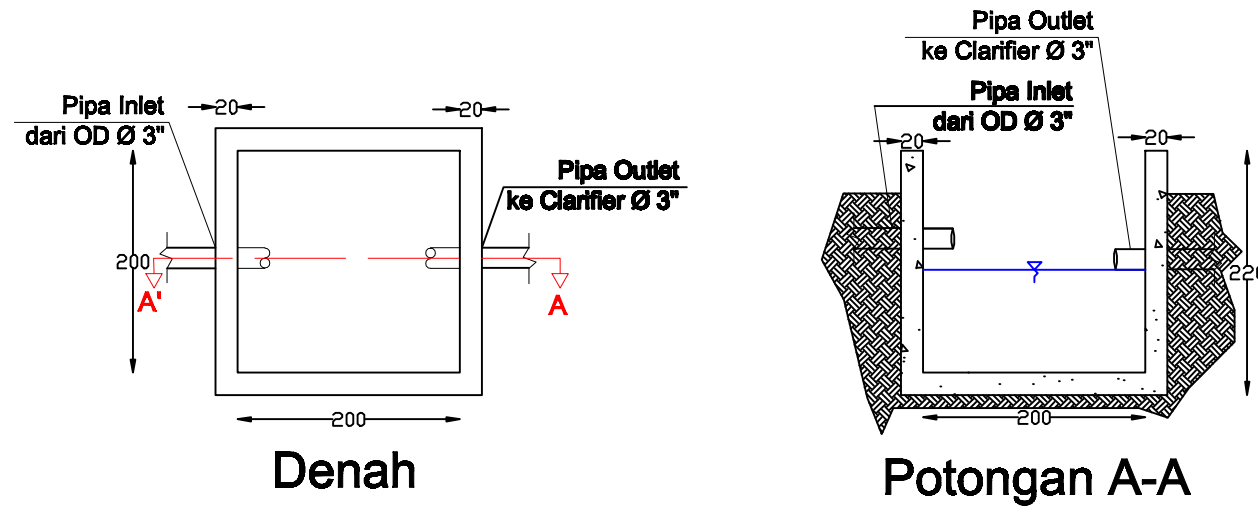
PEMBIMBING

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,
Dipl. SE, M.Sc, Ph.D

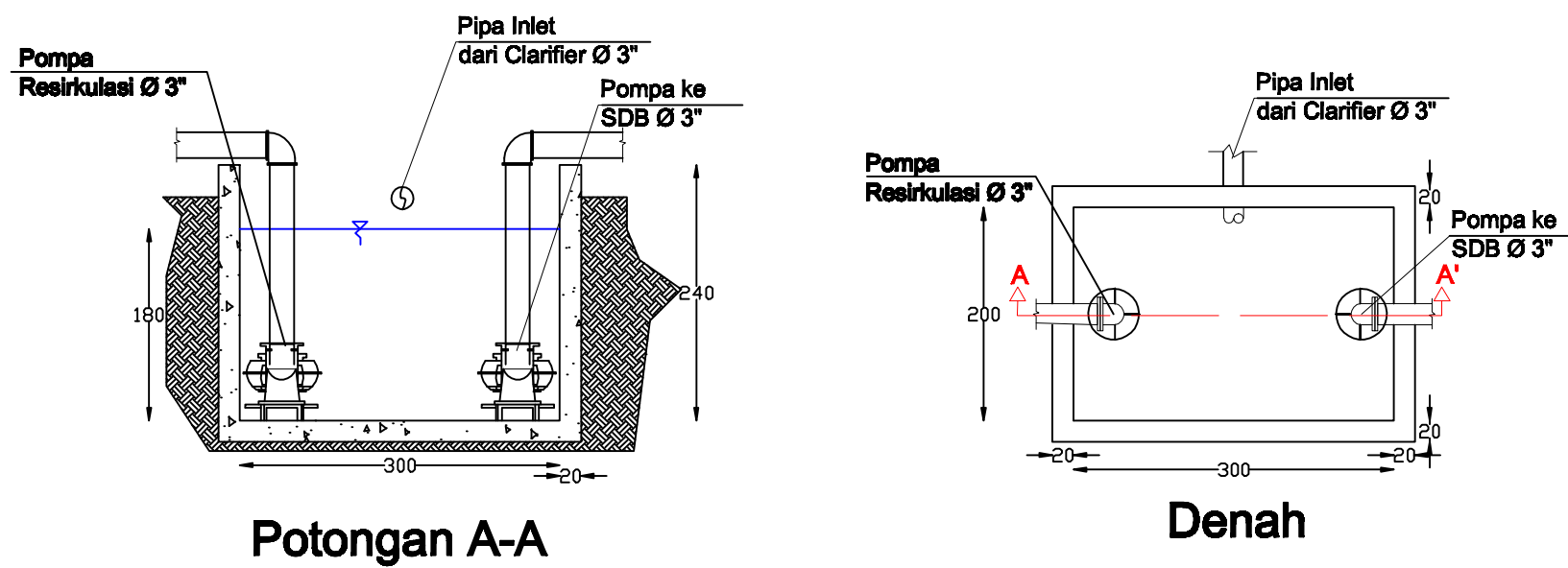
LEGENDA

 Muka Tanah

Distribution Box 1



Distribution Box 2



SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

12