



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN  
LUMPUR TINJA (IPLT) BETOYOGUCI DI  
KABUPATEN GRESIK**

RAKA PUTRA NUGRAHA  
0321144000023

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

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumian**





**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN  
LUMPUR TINJA (IPLT) BETOYOGUCI DI  
KABUPATEN GRESIK**

**RAKA PUTRA NUGRAHA  
03211440000023**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumian**





**FINAL PROJECT - RE 184804**

**EVALUATION OF BETOYOGUCI SLUDGE  
TREATMENT PLANT ON GRESIK REGENCY**

**RAKA PUTRA NUGRAHA  
0321144000023**

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

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Planning and Geo Engineering  
Institute of Technology Sepuluh Nopember**





**LEMBAR PENGESAHAN**

**Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)  
Betoyoguci Di Kabupaten Gresik**

**TUGAS AKHIR**

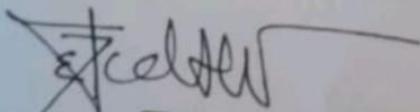
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

**RAKA PUTRA NUGRAHA**  
NRP. 03211440000023

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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





## **ABSTRAK**

### **EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT) BETOYOGUCI DI KABUPATEN GRESIK**

Nama Mahasiswa : Raka Putra Nugraha  
NRP : 03211440000023  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing :Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE,M.Sc.Ph.D.

IPLT Betoyoguci berlokasi di Kelurahan Betoyokauman, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik ini dibangun pada tahun 2014. Lokasi IPLT dipadukan dengan lokasi Tempat Pengelolaan Sampah Reuse Reduce Recycle (TPS3R) dengan luas lahan 4740 m<sup>2</sup>. Prinsip pengolahan IPLT adalah pengolahan fisik melalui pemisahan padatan dan pengolahan biologis. Saat ini effluent IPLT Betoyoguci belum memenuhi baku mutu Permen LHK RI No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi pengolahan teknis agar effluent pengolahan memenuhi baku mutu.

Metode dalam evaluasi ini dilakukan melalui evaluasi kondisi eksisting dengan kriteria desain dan rekomendasi, baik dari segi operasi maupun proses dari masing-masing unit pengolahan yakni mengevaluasi kriteria teknis, mengevaluasi kapasitas, mengevaluasi efisiensi removal pengolahan, mengevaluasi operasional dan pemeliharaan iPLT dan merencanakan preliminary design alternatif unit.

Debit influen IPLT eksisting adalah 5,76 m<sup>3</sup>/hari dengan kapasitas desain 45 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga IPLT Betoyoguci masih memiliki *idle capacity* yang cukup besar yaitu sebesar 39,24 m<sup>3</sup>/hari, Alternatif Kolam Aerasi dapat dijadikan rekomendasi untuk alternatif unit pengganti kolam fakultatif karena dapat menyediakan parameter sesuai dengan baku mutu yang ada yaitu BOD sebesar 4,81 mg/L dari 30 mg/L, COD sebesar 97,84 mg/L dari 100 mg/L, TSS sebesar 7,92 dari 30 mg/L NH<sub>3</sub> sebesar 9,73 mg/L dari 10 mg/L, dan PH sebesar 7,77.

**Kata Kunci:** Air Limbah, Betoyoguci, Gresik, IPLT

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **ABSTRACT**

### ***EVALUATION OF BETOYOGUCI BLACKWATER TREATMENT PLANT ON GRESIK REGENCY***

Name	:	Raka Putra Nugraha
NRP	:	03211440000023
Departmen	:	Teknik Lingkungan
Supervisor	:	Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE,M.Sc.Ph.D.

The Betoyoguci IPLT is located in Betoyokauman Village, Manyar District, Gresik Regency. It was built in 2014. The IPLT location is integrated with the Reuse Reduce Recycle Waste Management Site (TPS3R) with an area of 4740 m<sup>2</sup>. The principle of IPLT treatment is physical treatment through the separation of solids and biological processing. Currently the effluent of Betoyoguci IPLT has not met the quality standards of the Republic of Indonesia LHK Regulation No: P.68 / Menlhk / Setjen / Kum.1 / 8/2016 Regarding Domestic Wastewater Quality Standards. Therefore there is a need for evaluation of technical processing so that processing effluents meet quality standards.

The method in this evaluation is carried out through evaluating existing conditions with design criteria and recommendations, both in terms of the operation and process of each processing unit, namely evaluating technical criteria, evaluating capacity, evaluating processing removal efficiency, evaluating the operation and maintenance of iPLT and planning alternative preliminary designs the unit.

Existing IPLT influent discharge is 5.76 m<sup>3</sup> / day with a design capacity of 45 m<sup>3</sup> / day. So that the Betoyoguci IPLT still has a large enough idle capacity that is equal to 39.24 m<sup>3</sup> / day, Alternative Aeration Pool can be made a recommendation for alternative facultative pond replacement units because it can set aside parameters in accordance with existing quality standards namely BOD of 4.81 mg / L of 30 mg / L, COD of 97.84 mg / L of 100 mg / L, TSS of 7.92 from 30 mg / L of NH3 of 9.73 mg / L of 10 mg / L, and PH of 7.77 .

**Keywords:** Wastewater, Betoyoguci, Gresik, IPLT

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## KATA PENGANTAR

*Assalammualaikum Wr.Wb*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul "**Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Ninja (IPLT) Betoyoguci Di Kabupaten Gresik**" 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 terimakasih 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 Welly Herumurti, ST., MSc, Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, Meng dan Ibu Ir. Atiek Moesriati, MKes selaku dosen pengarah, yang membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
3. Ayah dan Ibu di kampung halaman yang tidak pernah berhenti mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kakak penulis, Revina Puteri Nugraha yang memberikan dukungan moril dan materil dalam proses penulisan tugas akhir.
5. Bapak Effendi dan Mbak Nur Aida, yang membimbing dan membantu penulis dalam melakukan evaluasi di IPLT Betoyoguci Gresik.
6. Rekan-rekan penulis mahasiswa Teknik Lingkungan angkatan 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 dan 2017 yang juga ikut berpartisipasi membantu menyelesaikan tugas akhir.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Surabaya, 1 Desember 2019  
Penulis

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>0</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan.....	3
1.4    Ruang Lingkup .....	3
1.5    Manfaat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).....	5
2.1.1 Karakteristik Lumpur Tinja .....	6
2.1.2 Pemilihan Jenis Pengolahan .....	7
2.1.3     Sistem Pengurasan Lumpur Tinja .....	8
2.2    Solid Separation Chamber .....	9
2.3    Proses Pengolahan Biologi .....	11
2.3.1     Kolam Anaerobik .....	12
2.3.2     Kolam Fakultatif .....	14
2.3.3     Kolam Maturasi .....	16
2.3.4     Wetland.....	17
2.5    Proses Pengolahan Lumpur .....	20
<b>BAB III GAMBARAN UMUM .....</b>	<b>23</b>
3.1    Analisa Tapak /Lokasi IPLT .....	23
3.2    Gambaran IPLT Betoyoguci .....	26
3.3    Wilayah Pelayanan .....	27
3.4    Teknologi Pengolahan Lumpur Tinja .....	30
3.5    Desain Teknis IPLT .....	32
<b>BAB IV METODE EVALUASI.....</b>	<b>43</b>
4.1    Kerangka Evaluasi .....	43
4.2    Ide Tugas Akhir .....	43
4.3    Survey Lokasi.....	45
4.4    Studi Literatur.....	45

4.5 Pengumpulan Data .....	46
4.5.1 Data Primer.....	46
4.5.2 Data Sekunder.....	48
4.6 Analisis dan Pembahasan .....	48
4.7 Kesimpulan dan Saran.....	49
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Pengelolaan Limbah Tinja .....	51
5.1.1 Penentuan Debit Air Limbah.....	51
5.1.2 Kualitas Air Limbah .....	53
5.1.3 Diagram Alir Proses IPLT.....	54
5.1.4 Mass Balance Eksisting .....	56
5.2 Evaluasi Kinerja Unit Bangunan Pengolahan ....	67
5.2.1 Analisis Kinerja Bak Inlet.....	67
5.2.2 Analisis Kinerja Sludge Separated Chamber (SSC) 68	
5.2.3 Analisis Kinerja Kolam Anaerobik .....	77
5.2.4 Analisis Kinerja Kolam Fakultatif.....	82
5.2.5 Analisis Kinerja Kolam Maturasi .....	87
5.2.6 Analisis Kinerja Kolam Wetland.....	93
5.2.7 Analisis Kinerja Sludge Drying Bed .....	97
5.3 Alternatif Unit Rekomendasi.....	105
5.4 Komparasi Analisa Unit Eksisting dan Rekomendasi beserta SOP Pengelolaan.....	125
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>137</b>
6.1 Kesimpulan.....	137
6.2 Saran.....	137
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>139</b>
<b>LAMPIRAN A: BUKTI HASIL UJI LAB .....</b>	<b>141</b>
<b>LAMPIRAN B : PENJADWALAN SSC IPLT.....</b>	<b>143</b>
<b>LAMPIRAN C: SPESIFIKASI SURFACE AERATOR .....</b>	<b>145</b>
<b>LAMPIRAN D: PROFIL HIDROLIS .....</b>	<b>147</b>
<b>LAMPIRAN E: DOKUMENTASI HASIL SURVEY .....</b>	<b>155</b>
<b>LAMPIRAN F: GAMBAR TEKNIK.....</b>	<b>157</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>	<b>159</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Layout Lokasi IPLT .....	24
Gambar 3. 2 Lahan IPLT Betoyoguci.....	25
Gambar 3. 3 Lokasi Badan Air Penerima Rencana Pembuangan Efluen IPLT .....	25
<b>Gambar 3. 4 Area Pelayanan IPLT Betoyoguci.....</b>	<b>28</b>
Gambar 3. 5 Peta Batas Administrasi kabupaten Gresik ..	29
Gambar 3. 6 Gambar Bak Inlet.....	32
Gambar 3. 7 Gambar SSC .....	34
Gambar 3. 8 Gambar Kolam Anaerobik .....	35
Gambar 3. 9 Gambar Kolam Fakultatif .....	36
Gambar 3. 10 Gambar Kolam Maturasi .....	37
Gambar 3. 11 Gambar Wetland.....	38
Gambar 3. 12 Gambar SDB .....	39
Gambar 4. 1 <i>Kerangka Evaluasi</i> .....	44

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Karakteristik Lumpur Ninja .....	6
Tabel 2 2 Kriteria Desain Unit SSC.....	10
Tabel 2 3 Kriteria Desain Unit Anaerobik .....	12
Tabel 2 4 Variasi Temperatur dan Waktu Detensi .....	13
Tabel 2 5 Acuan Laju Beban BOD Kolam Anaerobik .....	14
Tabel 2 6 Kriteria Desain Kolam Fakultatif.....	14
Tabel 2 7 Kriteria Desain Kolam Maturasi.....	16
Tabel 2 8 Kriteria Desain Kolam Wetland .....	18
Tabel 2 9 Kriteria Desain Sludge Drying Bed.....	21
Tabel 3. 1 Data Tapak/lahan Lokasi IPLT Betoyoguci Kab. Gresik 26	
Tabel 3. 2 Jumlah Jamban dari 3 Kecamatan Terlayani ...	27
Tabel 3. 3 Pembobotan untuk Pemilihan Alternatif Pengolahan Supernatan.....	30
<b>Tabel 3. 4 Keterangan Tabel Pembobotan.....</b>	<b>31</b>
Tabel 4. 1 Metode Pengukuran Parameter Evaluasi.....	47
Tabel 5. 1 Debit Aktual Air Limbah Tahun 2019	52
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Total Debit/Bulan Tahun 2019 ....	53
Tabel 5. 3 Kualitas air limbah .....	54
Tabel 5. 4 Mass Balance Debit Eksisting ( $5,76\text{m}^3$ ) .....	65
Tabel 5. 5 Hasil Analisis Kinerja SSC .....	75
Tabel 5. 6 Rekomendasi Kinerja SSC .....	76
Tabel 5. 7 Komparasi Kolam Anaerobik Debit Eksisting dengan Debit Maksimum.....	82
Tabel 5. 8 Komparasi Kolam Fakultatif Debit Eksisting dengan Debit Maksimum.....	87
Tabel 5. 9 Komparasi Kolam Maturasi Debit Eksisting dengan Debit Maksimum.....	92
Tabel 5. 10 Komparasi Kolam Wetland Debit Eksisting dengan Debit Maksimum.....	96
Tabel 5. 11 Hasil Analisis Kinerja <i>Sludge Drying Bed</i> .....	102
Tabel 5. 12 Persentase Penyisihan Alternatif Pengolahan .....	122
Tabel 5. 13 Alternatif Pengolahan dengan Kolam Aerasi .....	122
Tabel 5. 14 <i>Mass Balance</i> Alternatif Rekomendasi.....	123



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah instalasi pengolahan air limbah yang dirancang hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang diangkut melalui mobil (truk tinja). Pengolahan lumpur tinja di IPLT merupakan pengolahan lanjutan karena lumpur tinja yang telah diolah di tangki septic, belum layak dibuang di media lingkungan. Lumpur tinja yang terakumulasi di cubluk dan tangki septic yang secara reguler dikuras atau dikosongkan kemudian diangkut ke IPLT dengan menggunakan truk tinja. IPLT merupakan salah satu upaya terencana untuk meningkatkan pengolahan dan pembuangan limbah yang akrab lingkungan (Oktarina dan Haki, 2013). 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 septic, sehingga hasil olahannya tidak mencemari lingkungan (Prayudi, 2013).

Lumpur tinja 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. Lumpur tinja diketahui memiliki karakteristik umum dengan TSS 4.000-100.000mg/l, COD 5.000-80.000 mg/l, BOD5 2.000-30.000 mg/l, dan total coliforms 56-8,03x10<sup>7</sup> CFU/100 ml (Metcalf dan Eddy, 2003).

Kabupaten Gresik telah memiliki IPLT untuk mengolah buangan lumpur tinja. IPLT Betoyoguci berlokasi di Kelurahan Betoyokauman, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik ini dibangun pada tahun 2014. Lokasi IPLT berada dalam satu wilayah dengan lokasi Tempat Pengelolaan Sampah Reuse Reduce Recycle (TPS3R). Tetapi, keberadaan IPLT Betoyoguci belum diimbangi oleh pengoperasian yang optimal. Faktor

penyebabnya dapat dilihat dari aspek teknis maupun aspek non teknis yang diterapkan pada IPLT Kabupaten Gresik meliputi pelayanan, kapasitas IPLT, timbulan lumpur tinja, kondisi eksisting unit pengolah IPLT, sarana dan prasarana, tenaga kerja, sistem operasional, pemanfaatan IPLT oleh pihak swasta atau pihak lain serta biaya operasional dan perawatan. (Masterplan Air Limbah Kab. Gresik tahun 2014-2034)

Berdasarkan hasil Uji Laboratorium pada bulan Maret 2019 yaitu pada Outlet Wetland yang keluar ke badan air penerima menunjukkan bahwa beban  $\text{BOD}_5$  sebesar 178 mg/L dari 30 mg/L, beban COD sebesar 338 mg/L dari 100 mg/L, beban TSS sebesar 145 mg/L dari 30 mg/L, beban Minyak Lemak sebesar 11 mg/L dari 5 mg/L, PH sebesar 7,7 dari rentang 6-9, beban  $\text{NH}_3\text{-N}$  sebesar 93 mg/L dari 10 mg/L, dan beban Total Coliform sebesar  $1430 \times 10^3$  Jumlah/100mL dari 3000 Jumlah/100mL. Dari laporan hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwasanya pengolahan unit di IPLT Betoyoguci masih perlu dievaluasi agar beberapa parameter yang belum memenuhi bakumutu dapat terpenuhi sesuai dengan Permen LHK RI No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. (Laporan Hasil Uji No. 370/LHU/VII/2018).

Oleh karena itu saran dan rekomendasi ERHA tahun 2014 Permasalahan dan kondisi yang berkembang dalam pengelolaan lumpur tinja di Kabupaten Gresik, memerlukan suatu kebijakan dan strategi yang spesifik untuk dapat memelihara, mengembangkan dan meningkatkan pengelolaan lumpur tinja. Rencana peningkatan pengelolaan limbah cair di Kabupaten Gresik lebih ditekankan pada sistem setempat (*onsite system*). Kabupaten Gresik saat ini masih belum memiliki pengelolaan air limbah dengan sistem terpusat (*offsite system*) yang memadai. Dan juga perlu adanya pengembangan IPLT yang sesuai dengan sistem pengelolaannya. (Pemutakhiran Studi EHRA dan SSK Kab. Gresik tahun 2015).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dibahas dalam perencanaan kali ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting unit pengolahan IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik?
2. Bagaimana rencana pengembangan unit yang direkomendasikan mengacu kepada kapasitas maksimum DED Perencanaan yang ada terhadap IPLT Betoyoguci dalam rangka perbaikan sistem?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari perencanaan ini yaitu:

1. Mengevaluasi pengolahan limbah tinja eksisting pada setiap unit IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik.
2. Memberikan rekomendasi rencana pengembangan unit yang mengacu kepada kapasitas maksimum DED Perencanaan dalam rangka perbaikan sistem IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada perencanaan ini meliputi:

1. Daerah studi adalah IPLT Betoyoguci yang bertempat di Kelurahan Betoyokauman, Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.
2. Data primer meliputi: Sampling Influen dan Effluent tiap unit IPLT dengan parameter BOD, COD, TSS, NH3-N, pH, minyak lemak dan total coliform dan kondisi eksisting IPLT Betoyoguci.
3. Data sekunder meliputi Data Kependudukan, Peta – Peta, Logbook data jumlah truk tinja dan debit tinja yang masuk, Karakteristik Effluent IPLT Eksisting, SOP IPLT Betoyoguci, dan DED IPLT Betoyoguci.
4. Baku mutu effluent air limbah tinja yang digunakan sesuai dengan Permen LHK RI No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

5. Aspek yang ditinjau adalah:
  - a. Aspek teknis meliputi : Pengukuran kriteria teknis unit IPLT, Perhitungan kapasitas unit IPLT, dan Perhitungan efisiensi removal pengolahan unit IPLT.
  - b. Aspek non teknis berupa operasi dan pemeliharaan meliputi : Jadwal OP dan SOP OP.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat dari perencanaan ini adalah:

1. Menjadi referensi bagi Pemerintah untuk pelaksanaan perbaikan dan pengembangan unit perencanaan pengolahan limbah tinja di IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik dalam rangka perbaikan sistem mengacu kepada kapasitas maksimum DED Perencanaan yang ada.
2. Memberikan informasi hasil evaluasi tentang efektivitas unit pengolahan, operasi dan pemeliharaan IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik..
3. Berkontribusi dalam penurunan pencemaran badan air di Kabupaten Gresik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)**

Instalasi pengolahan lumpur tinja merupakan sistem pengolahan limbah kawasan yang bertujuan untuk menampung dan mengolah lumpur tinja dari tangki septic yang telah dikuras dengan truk tangki penguras tinja. Instalasi pengolahan lumpur tinja hanya digunakan untuk mengolah limbah manusia, khususnya limbah buangan dari tangki septic rumah tangga. Selain untuk mengolah lumpur yang dihasilkan, IPLT juga harus mengolah supernatan atau air limbah yang ada dalam lumpur dan umumnya mempunyai kandungan organik atau BOD yang cukup besar. Instalasi pengolahan lumpur tinja sangat variatif tergantung dari desain dan besaran volume yang akan diolah. (Permen PU 04/17)

Pengelolaan lumpur tinja dalam suatu wilayah, dimulai dari operasi pengumpulan/pengambilan tinja dari tangki septic yang dimiliki masyarakat, sebagai suatu sub sistem. Volume pekerjaan operasi pengumpulan, sangat tergantung dari jumlah tangki septic yang harus dilayani dan frekuensi pengambilan yang ditentukan oleh lama penyimpanan lumpur tinja dalam tangki septic. Suatu konstruksi tangki septic biasanya memperhitungkan penyimpanan lumpur rata-rata selama 3 tahun. (Permen PU 04/17))

Lumpur tinja memiliki karakteristik berbeda dengan limbah cair domestik rumah tangga yang disalurkan melalui perpipaan. Sebagai hasil penyedotan dari tangki septic, lumpur tinja bersifat lebih pekat dan memiliki konsentrasi lumpur yang sangat jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan limbah cair domestik yang disalurkan melalui perpipaan. Karena karakteristik yang berbeda, maka jenis pengolahan lumpur tinja tidak dapat mengadopsi seluruh jenis pengolahan yang dapat diterapkan untuk limbah cair domestik perpipaan. Karena kandungan lumpurnya yang sangat tinggi, maka diperlukan unit pemisahan lumpur dengan cairan sebagai tahap awal pengolahan. Komponen yang harus disisihkan

dalam pengolahan lumpur tinja adalah lumpur dan kandungan pencemar dalam bentuk koloid maupun terlarut yang terdapat dalam cairannya. Cairan harus dipisahkan dari lumpur agar dapat diolah pada unit proses biologis yang menurunkan kadar pencemar dalam bentuk terlarut. (Sugiharto. 2008).

Selanjutnya lumpur dicerna/distabilkan untuk menuntaskan penguraian biologisnya. Pemisahan lumpur dan cairan dapat menggunakan Imhoff Tank dimana lumpur dan cairan dipisahkan pada zona sedimentasi. Lumpur dari zona sedimentasi akan turun melalui slot sempit ke ruang pencerna lumpur, sedangkan cairannya keluar dari zona sedimentasi menuju unit pengolahan biologis selanjutnya. Lumpur yang sudah stabil dari ruang pencerna tangki Imhoff dikeluarkan dan dikeringkan pada bak pengering lumpur (*Sludge Drying Bed*). Liu dan Liptac (1997) menyajikan bahwa *Imhoff Tank* dapat digunakan untuk mengolah limbah dengan kapasitas antara 3000 – 300.000 gpd (*gallon per day*) atau antara 11,355 – 1135, 503 m<sup>3</sup>/hari.

### **2.1.1 Karakteristik Lumpur Tinja**

Lumpur tinja adalah endapan lumpur yang terdapat dalam tangki septik, jadi tidak termasuk lumpur yang berasal dari cubluk. Lumpur tinja biasanya ditandai dengan keadaan kandungan pasir dan lemak dalam jumlah besar, bau yang sangat menusuk hidung, mudah terbentuk busa. (Siregar, 2005)

**Tabel 2 1 Karakteristik Lumpur Tinja**

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1.	Total Solid (TS)	mg/l	40.000
2.	Total Volatile Solid (TVS)	mg/l	25.000
3.	Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	15.000
4.	Volatile Suspended Solid (VSS)	mg/l	10.000
5.	BOD <sub>5</sub>	mg/l	7.000
6.	COD	mg/l	15.000
7.	Total N	mg/l	700
8.	NH <sub>3</sub> -N	mg/l	150
9.	Total P	mg/l	250
10.	Alkalinitas	mg/l	1.000
11.	Lemak	mg/l	8.000

12.	pH		6
13.	Nitrit – N	mg/l	1
14.	Nitrat – N	mg/l	4
15.	Total Coliform	MPN/100 ml	50.000.000
16.	Fecal Coliform	MPN/100 ml	20.000.000

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Ketika pengadukan, sukar mengendap, sukar dikeluarkan airnya, serta kandungan zat padat dan zat organik yang tinggi. Lumpur tinja mempunyai kandungan nutrient (N dan P) dalam konsentrasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan yang terdapat dalam limbah domestik.

Karakteristik lumpur tinja dari satu tangki berbeda dibandingkan dengan tangki septic lainnya. Hal ini tergantung kepada beberapa faktor di antaranya :

1. Sebagian dari limbah rumah tangga mengalir masuk tangki septic.
2. Jumlah pengguna tangki septic.
3. Frekuensi penyedotan lumpur tinja. (Siregar, 2005)

Dari tabel di atas terlihat bahwa konsentrasi lumpur tinja umumnya masih cukup pekat untuk jenis limbah cair, dengan kandungan nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 7.000 mg/L, sehingga lumpur tinja tidak boleh langsung dibuang ke badan air penerima atau ke dalam tanah karena dapat mencemari badan air atau tanah di lingkungan sekitarnya, karena menurut SK MENLH No.112/2003 tentang standar baku mutu air limbah domestik kandungan BOD<sub>5</sub> yang boleh dibuang ke badan air adalah sebesar 100 mg/L. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka direncanakan pembangunan IPLT, dimana IPLT yang direncanakan akan mengacu pada kriteria teknis yang dikeluarkan Direktorat Bina Program, Dirjen Cipta Karya, Dep. PU, April 1993.

## 2.1.2 Pemilihan Jenis Pengolahan

Pemilihan jenis pengolahan mempunyai peranan yang cukup besar akan keberhasilan pengolahan dan kesulitan-kesulitan operasional, untuk itu pertimbangan teknis ekonomis mutlak dibutuhkan, yaitu :

- Teknologi yang akan diterapkan diusahakan sederhana dan mudah untuk dimengerti

- Teknologi yang digunakan sederhana dan mudah untuk dioperasikan sehingga tidak memerlukan operator dengan pendidikan tinggi dan kemampuan yang khusus.
- Biaya investasi dan operasional rendah, sehingga pemakaian tenaga mekanikal dan elektrikal untuk proses pengolahan sedapat mungkin harus dihindari.
- Proses yang dilakukan diusahakan secara alami dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme pengurai
- Sistem pengolahan yang digunakan harus mempunyai efisiensi pengolahan yang tinggi sehingga efluen dari IPLT dapat memenuhi standar yang ditetapkan sehingga tidak mencemari lingkungan.
- Pemanfaatan kembali limbah hasil proses untuk kebutuhan pertanian atau perbaikan kualitas tanah (Siregar, 2005)

### **2.1.3 Sistem Pengurusan Lumpur Tinja**

Sistem operasi dalam pengurusan lumpur tinja dari tangki septik yang banyak dijumpai di Indonesia, yakni operasi secara manual dan operasi secara mekanis. Pengurusan lumpur tinja dengan operasi manual mempunyai kemungkinan adanya kontak langsung antara manusia dengan buangan tinja. Kontak ini dapat menyebabkan resiko terhadap kesehatan yang serius pada petugas pengurusan, karena lumpur tinja masih mengandung bakteri atau mikroorganisme patogen dan parasit (Siregar, 2005). Untuk operasi mekanis dalam sistem pengurusan lumpur tinja, dapat menggunakan seperti sistem truk vakum (truk penyedot). Cara pengoperasian truk vakum adalah; mesin kendaraan harus dalam keadaan hidup supaya mesin penghisap dapat dinyalakan, masukan selang ke dalam tangki septic dan biarkan beberapa waktu sampai truk vakum menyedot lumpur tinja yang berada dalam tangki septic, setelah selasai matikan mesin. Truk vakum merupakan sarana pengurusan lumpur tinja yang banyak digunakan saat ini di Indonesia, terutama di daerah perkotaan yang telah memiliki armada truk tinja. Operasi pengurusan lumpur tinja dari tangki septic dengan truk jenis ini, dilakukan menggunakan sistem tangki vakum.

- Keuntungan dari operasi sistem ini adalah lebih praktis dan relatif cocok untuk kondisi fluida yang mengandung material padat seperti lumpur tinja.
- Kerugian operasi sistem ini karena membutuhkan biaya operasi dan biaya investasi truk yang relatif tinggi (Siregar, 2005)

## 2.2 Solid Separation Chamber

Solid Separation Chamber (SSC) merupakan bak pemisah lumpur tinja. Lumpur tinja masuk ke dalam bak yang dilengkapi oleh screen ini. Di dasar bak terdapat media berupa kerikil dan pasir untuk menyaring filtrat yang meresap ke dalam. Sehingga proses yang berlangsung pada bak ini adalah proses filtrasi dan pengendapan zat padat (solid). Dengan demikian SSC menjadi unit pengolahan utama pada IPLT. Secara umum, pada bak SSC terjadi proses:

- a. Proses Pengendapan  
Proses ini terjadi selama pengoperasian SSC, dimana padatan dan partikel diskrit akan mengendap ke dasar bak.
- b. Proses Filtrasi  
Partikel-partikel dengan diameter yang lebih besar dari pori-pori media akan tertahan pada permukaan media. Karena pengaruh proses pengendapan, partikel-partikel tersuspensi akan melewati media penyaring dan terperangkap pada media, sedangkan sebagian lolos menuju bak pengumpul filtrat.
- c. Proses Dekantasi  
Proses dekantasi/pengambilan supernatant (drain supernatant) berlangsung jika volume lumpur sudah hampir penuh atau karena proses penyaringan sudah berhenti, dimana terjadi pengendapan di atas lapisan media sehingga akan terpisah antara lapisan padatan dengan cairan.
- d. Proses Pengeringan/ Evaporasi  
Setelah solid terisi sampai batas penuh dan proses dekantasi sudah terhenti maka penambahan lumpur baru diberhentikan dan dimulai proses pengeringan/evaporasi

sebagai akibat pemanasan sinar matahari. Apabila pengisian SSC sudah mencapai batas pelimpah air (overflow), solid dikeruk dengan menggunakan crane dan dikeringkan di kolam pengering lumpur (sludge drying area).

(Hermana, 2008)

Perencanaan unit SSC mengacu pada kriteria desain yang telah tersedia sesuai dengan pengolahan yang diinginkan. Kriteria desain untuk unit pengolahan SSC dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2 Kriteria Desain Unit SSC**

No	Parameter	Satuan
1	Tebal lapisan pasir	20 – 30 cm
2	Tebal lapisan kerikil	20 – 30 cm
3	Waktu pengisian	5 hari
4	Ketinggian lumpur tinja di atas pasir	30 – 50 cm
5	Waktu pengeringan	5 – 12 hari

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Perhitungan yang digunakan untuk menentukan merencanakan SSC adalah sebagai berikut:

$$\rho_{lumpur} = \frac{(\rho_{dry\ solid} - \text{persentase dry solid}) + (\rho_{air} - \text{persentase air})}{100\%}$$

$$m_{dry\ solid} = Q_{tinja} \times TSS \dots V_{dry\ solid} = \frac{m_{dry\ solid}}{\rho_{lumpur}} \dots V_{filtrat} = Q_{tinja} - V_{dry\ solid}$$

Keterangan:

$m$  = massa solid yang terdapat pada lumpur tinja (kg/hari)

TSS = *total suspended solid* (mg/L)

$\rho_{lumpur}$  = massa jenis lumpur (kg/L)

$V_{filtrat}$  = debit yang dihasilkan dari proses filtrasi ( $m^3$ )

(PPSP Kabupaten Gresik 2014)

### **Kelebihan**

- Menyisihkan padatan dari lumpur tinja sebelum melewati jaringan perpipaan selanjutnya sehingga tidak hanya mengurangi potensi penyumbatan juga dapat membantu mengurangi dimensi pipa
- Operasi dan pemeliharaan mudah sehingga dapat menggunakan sumber daya manusia dengan pengetahuan minimal
- Tidak memerlukan pengolahan primer (*primary treatment*) pada pengolahan selanjutnya (*secondary treatment*)
- Mampu bertahan terhadap aliran debit masuk yang sangat berfluktuasi (*resistant against shock loads*).
- 

### **Kekurangan**

- Pemeliharaan merupakan suatu keharusan, karena kolam terbuka jika pada musim hujan dapat menyebabkan proses pengeringan lumpur terganggu
- Peranan mikroorganisme dalam menguraikan lumpur tinja ini memanfaatkan sinar matahari dan kelembaban
- Jika tidak dioperasikan dan dirawat dengan baik, maka resiko penyumbatan pada pipa pengaliran
- Membutuhkan pengolahan lebih lanjut untuk efluen baik pada frasa cair maupun padatan yang telah dipisahkan
- Efisiensi penyisihan rendah

(PPSP Kabupaten Gresik 2014)

## **2.3 Proses Pengolahan Biologi**

Pengolahan air buangan limbah secara biologi adalah suatu cara pengolahan untuk menurunkan / menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air buangan dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme untuk melakukan perubahan substrat tertentu.

Pengolahan air limbah secara biologi dapat berlangsung dalam dua lingkungan utama, yaitu:

- Lingkungan aerobik
- Lingkungan anaerobik

Lingkungan aerobik adalah lingkungan dimana oksigen terlarut di dalam air terdapat cukup banyak sehingga oksigen bukan merupakan faktor pembatas. Lingkungan anaerobik adalah kebalikan dari lingkungan aerobik, yaitu tidak terdapat oksigen terlarut. Sehingga oksigen menjadi faktor pembatas berlangsungnya proses ini. (Permen PU 04/17)

### 2.3.1 Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik dirancang untuk menerima beban organik yang tinggi sehingga kolam tersebut akan kekurangan oksigen terlarut. Kolam anaerobik dapat dipertahankan kondisinya dengan cara menambahkan beban BOD dengan konsentrasi yang melebihi produksi oksigen dari proses fotosintesis. Fotosintesis dapat dikurangi dengan cara menurunkan luas permukaan dan menambah kedalaman kolam.

Kolam anaerobik efektif digunakan untuk mengolah air buangan yang mengandung padatan yang tinggi, dimana padatan ini akan mengendap di dasar kolam dan dicerna secara anaerobik. Cairan supernata yang telah mengalami proses dialirkan ke dalam kolam fakultatif untuk pengolahan selanjutnya.

Keberhasilan operasi suatu kolam anaerobik tergantung pada kesetimbangan antara mikroorganisme pembentuk asam dan bakteri metan, sehingga suhu harus lebih besar dari 15 °C dan pH lebih besar dari 6. Dalam kondisi tersebut, akumulasi lumpur dalam kolam rendah sehingga pembuangan (pengeringan) lumpur diperlukan apabila kolam sudah setengah penuh (3-5 tahun sekali). Pada suhu <15 °C kolam anaerobik hanya berfungsi sebagai bak penyimpan lumpur. (Permen PU 04/17))

**Tabel 2 3 Kriteria Desain Unit Anaerobik**

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
1	Kedalaman Kolam	m	2 - 5	Duncan Mara, 2003
2	Efisiensi Penyisihan BOD <sub>5</sub>	%	50 - 85	Metcalf & Eddy, 2003

<b>3</b>	Efisiensi Penyisihan SS	%	50 - 80	Metcalf & Eddy, 2003
<b>4</b>	Waktu Detensi	Hari	20 - 50	Metcalf & Eddy, 2003
<b>5</b>	Temperatur	°C	15 - 30	Metcalf & Eddy, 2003
<b>6</b>	Ukuran Kolam	Ha	0,2 - 0,8	Metcalf & Eddy, 2003
<b>7</b>	BOD <sub>5</sub> Loading	Kg/ha,hari	224,2 - 560,5	Metcalf & Eddy, 2003
<b>8</b>	Efluen SS	mg/l	80 - 160	Metcalf & Eddy, 2003
<b>9</b>	pH	-	6,5 - 7,2	Metcalf & Eddy, 2003
<b>10</b>	Volumetrik Loading	grBOD/m <sup>3</sup> /hari	100 - 300	Duncan Mara, 2003

**Tabel 2 4 Variasi Temperatur dan Waktu Detensi**

Temperatur dalam kolam (°C)	Waktu Detensi (hari)	Efisiensi Penyisihan BOD (%)
<10	>5	0-10
10-15	4-5	30-40
15-20	2-3	40-50
20-25	1-2	40-60
25-30	1-2	60-80

(Masterplan Air Limbah Kab. Gresik tahun 2014-2034)

Untuk mendisain kolam anaerobik, laju beban BOD yang akan digunakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini ataupun ditentukan dengan menggunakan Tabel 5.3.

Laju beban BOD = (Konsentrasi BOD (influent)xDebit lumpur tinja)/(Volume Kolam)

Keterangan:

- Laju beban BOD ( gr/m<sup>3</sup>/hari) dapat juga digunakan 500-800 gr BOD/m<sup>3</sup>.hari
- Konsentrasi BOD masuk (influen (mg/L)
- Debit lumpur tinja yang akan diolah (m<sup>3</sup>/hari)
- Volume kolam (m<sup>3</sup>)

**Tabel 2 5 Acuan Laju Beban BOD Kolam Anaerobik**

Acuan	Waktu Detensi (hari)	Laju Beban COD (Loading Rate) (gr/m <sup>3</sup> .hari )	Konversi Laju Bebas BOD (kg/m <sup>3</sup> .day)	Kedalaman Kola m (m)	Aplikasi
Barnes, Bliss et al (1981)	8-40	25 to 40 (kedalaman kolam 3,75 m)	0,007-0,011	2,5- 5,0	Terutama untuk limbah dengan konsentrasi sedang ( <i>medium strength waste</i> )
Metcalf and Eddy (1979)	5-50	200 to 500 kg/hari (kedalaman kolam 3,75 m)	0,005-0,015	2,5- 5,0	Terutama untuk limbah dengan konsentrasi sedang ( <i>medium strength waste</i> )
Eckenfelder (1980)	5-50	250-400 lbs BOD/acre-hari (11,5 ft)	0,008-0,130	2,4- 4,6	Untuk semua jenis limbah
Corbitt (1989)	1-50	0,05 to 0,25 kg/m <sup>3</sup> -hari	0,05-0,25	2,4- 6,1	Untuk limbah dengan beban yang bervariasi sesuai dengan karakteristik limbah

### 2.3.2 Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif merupakan kolam oksidasi yang paling umum. Hal yang utama dalam sistem ini adalah selalu diikuti oleh dua atau lebih kolam maturasi. Kolam fakultatif dapat digunakan untuk penyisihan BOD. Sebutan fakultatif didasarkan pada suatu campuran kondisi aerobik dan anaerobik atau kolam fakultatif berada antara kolam anaerobik dan aerobik, dan dalam suatu kolam fakultatif kondisi aerobik dipertahankan dalam lapisan atas sementara kondisi anaerobik berada di bagian bawah (Setiawan.,2014)

**Tabel 2 6 Kriteria Desain Kolam Fakultatif**

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
1	Kedalaman Kolam	m	1 - 1,5	Duncan Mara, 2003

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
2	Efisiensi Penyisihan BOD <sub>5</sub>	%	70 - 90	Duncan Mara, 2003
3	Surface Loading	grBOD/Ha/hari	100 - 424	Duncan Mara, 2003
4	Waktu Detensi	Hari	5 - 30	Metcalf & Eddy, 2003
5	Temperatur	°C	0 - 50	Metcalf & Eddy, 2003
6	Ukuran Kolam	Ha	0,8 - 4	Metcalf & Eddy, 2003
7	pH	-	6,5 - 8,5	Metcalf & Eddy, 2003
8	Efisiensi Penyisihan SS	%	50 - 90	Metcalf & Eddy, 2003

Rumus-rumus yang dapat digunakan untuk merancang Kolam Fakultatif adalah :

➤ **Waktu detensi :**

$$Kb = 0,3 \text{ (1,05)} T-20, \text{ untuk penyisihan BOD}$$

$$Kb = 2,6 \text{ (1,19)} T-20, \text{ untuk penyisihan E. Coli}$$

Dimana,

Kb = koefisien biodegradasi

T = temperatur

➤ **Kinetika Derajat Pertama :**

$$Le/Li = 1/(1+Kb \times td)$$

Dimana ,

Le = BOD effluent (mg/L)

Li = BOD influent (mg/L)

➤ **Kebutuhan Luas Kolam**

$$A = Q/(h \times Kb) (Li/Le - 1)$$

Dimana :

A = Luas kolam (m<sup>2</sup>)

Q = debit limbah (m<sup>3</sup>/hari)

H = kedalaman kolam (m)

Li = BOD influent (mg/L)

Le = BOD effluent (mg/L)

➤ **Beban organik**

$$\lambda_s = (10 \times Q \times L_i) / A$$

Dimana :

$\lambda_s$  = muatan BOD yang dikenakan persatuan luas per hari (kg/ha.hr)

Atau dengan rumus berikut :

$$\text{Beban BOD} = 20 T - 120 \text{ kg/ha/hari}$$

Keterangan:

T = temperatur rata-rata dalam bulan yang paling dingin (Setiawan.,2014)

### 2.3.3 Kolam Maturasi

Tahapan akhir pengolahan lumpur tinja yaitu menurunkan jumlah organisme patogen yang terkandung dalam air hasil olahan. Cara penurunan jumlah mikroorganisme dalam air hasil olahan ini dapat dilakukan dengan desinfeksi (menggunakan bahan kimia seperti kaporit atau gas chlorine) atau dengan menggunakan bak/kolam maturasi. (Siregar, 2005)

Kolam maturasi berfungsi untuk membiarkan mikroorganisme mati dengan sendirinya akibat kekurangan zat organik sebagai sumber energi hidupnya. Kematian mikroorganisme dalam bak maturasi akan terjadi karena jumlah zat organik yang masuk ke bak maturasi sudah cukup rendah, sementara jumlah populasi mikroorganismenya masih tinggi, sehingga terjadi kelaparan yang selanjutnya menyebabkan kematian mikroorganisme. (Siregar, 2005)

**Tabel 2 7 Kriteria Desain Kolam Maturasi**

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
1	Kedalaman Kolam	M	0,9 - 1,5	Metcalf & Eddy, 2003
2	Efisiensi Penyisihan $BOD_5$	%	60 - 80	Metcalf & Eddy, 2003
3	Efisiensi Penyisihan SS	%	20 - 75	Metcalf & Eddy, 2003
4	Waktu Detensi	Hari	5 - 20	Metcalf & Eddy, 2003

<b>5</b>	Temperatur	°C	0 - 30	Metcalf & Eddy, 2003
<b>6</b>	Ukuran Kolam	Ha	0,8 - 4	Metcalf & Eddy, 2003
<b>7</b>	BOD5 Loading	Kg/ha,hari	≤ 16,8	Metcalf & Eddy, 2003
<b>8</b>	pH	-	6,5 - 10,5	Metcalf & Eddy, 2003
<b>9</b>	Surface Loading	grBOD/Ha/hari	100 - 424	Duncan Mara, 2003

Jumlah bakteri coliform dalam lumpur tinja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Ne = Ni / [ 1 + (Kb \times t) ]$$

Keterangan:

Ne : jumlah bakteri coliform per-100 ml effluent

Ni : jumlah bakteri coliform per-100ml influent (jumlah yang diinginkan pada effluent berkisar antara 107-108 bakteri coliform per-100 ml)

Kb :  $2,6 \times (1,9T-20) / \text{hari}$

T : temperatur paling dingin (oC)

T : waktu operasi

Persamaan di atas digunakan untuk menghitung effluent pada satu kolam saja. Bila terdapat beberapa kolam yang disusun secara seri, maka perhitungan menggunakan persamaan (13) di bawah ini.

$$Ne = Ni / [ (1 + Kb.t1) (1 + Kb.t2) \dots (1 + Kb.bn) ]$$

Keterangan:

t1, t2, ....tn = waktu operasi kolam ke-1, kolam ke-2, kolam ke-n

### 2.3.4 Wetland

Wetland dibedakan menjadi dua, yaitu *natural wetland* dan *constructed wetland*. *Natural wetland* adalah area yang sudah ada secara alami dengan debit dan struktur yang tidak direncanakan, misalnya rawa – rawa pesisir pantai atau mangrove wetland. *Natural wetland* banyak ditumbuhi oleh vegetasi emergent, misalnya cattail (*Typha, sp*), reeds (*Phragmites, sp*), sedges

(*Carex, sp*), bulrushes (*Scirpus,sp*), rushes (*Juncus, sp*), dan species tanaman rumput – rumputan yang lain. Vegetasi dalam *natural wetland* merupakan fungsi dari tipe dan lokasi wetland. Sistem *constructed wetland* mempunyai dua tipe yang telah banyak dikembangkan untuk pengolahan air limbah, yaitu sistem *subsurface flow (SSF)* dan *free water surface (FWS)*. Sistem-sistem ini dapat memberikan siklus mineral dan menempelkan niches untuk populasi mikroba sehingga dapat meningkatkan kualitas air (Biddlestone, *et al.* 1991)

Penggunaan *constructed wetland* merupakan alternatif pengolahan yang biayanya tidak mahal dan efektif. Dengan tipe *constructed wetland* mampu melakukan pengolahan lebih baik dari pada wetland alami dengan luas permukaan yang sama, karena bagian dasar bak biasanya miring dan regime hidrolik dalam sistem dikendalikan. Selain dipergunakan terhadap pengolahan air limbah domestik, *constructed wetland* telah digunakan untuk berbagai aplikasi industri. *Constructed wetland* banyak digunakan karena metoda yang tidak mahal mengolah drainase tambang asam. (Kadlec dan Knight, 1996).

*Constructed wetland* yang meliputi FWS dan SSF akhir-akhir ini sudah lebih banyak berkembang. Sistem SSF melibatkan aliran subsurface melalui medium permeable. Karena tanaman air yang tercelup digunakan dalam system ini mereka tergantung pada dasar reaksi mikrobiologi untuk pengolahan (Biddlestone *et al.*, 1991). Tipe media (tanah atau batuan) mempengaruhi system hidrolik (Reed, 1993).

Sistem wetland dapat secara signifikan mereduksi BOD<sub>5</sub>, padatan tersuspensi (SS), fosfor, nitrogen, logam-logam, trace organic, dan pathogen (Reed,1993; Soeprijanto dan Liu, 2007). Dasar mekanisme pengolahan adalah meliputi sedimentasi, pengendapan kimia dan adsorpsi, dan interaksi mikroba dengan BOD<sub>5</sub>, S, dan nitrogen, juga beberapa penyisihan dengan tumbuhan.

**Tabel 2 8 Kriteria Desain Kolam Wetland**

Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi (untuk	hari	5-14

Parameter	Satuan	Nilai
menyisihkan polutan terlarut)		
Waktu detensi (untuk menyisihkan polutan tersuspensi)	hari	0,5-3
Laju beban BOD5 maksimum	kg/ha.hari	80-112
Laju beban hidraulik	m/hari	0,01-0,05
Luas permukaan dibutuhkan	ha/m <sup>3</sup> .hari	0,002-0,014
Rasio panjang : lebar	-	4:1-6:1
Kedalaman air – kondisi rerata	m	0,1-0,5
Rasio kemiringan dasar	-	3:1-10:1

(Metcalf n Eddy, 2003)

Komponen	Kriteria desain
<b>Dasar wetland</b>	Lapisan tanah liat dengan permeabilitas $K = 10^{-6}$ cm/s Lapisan geomembran
<b>Material filter</b>	Gravel halus diameter (12 – 20 mm) Gravel kasar diameter (20-40 mm)
<b>Tanaman yang dapat digunakan</b>	Akar wangi; <i>Cat tail</i> ; <i>Papyrus</i> ; <i>Typhaa</i> ; <i>Phragmites communis</i> ; <i>Khana sp.</i> ;

Komponen	Kriteria desain
	<i>Echinodorus palaefolius;</i> <i>Nymphaeae;</i> <i>Water hyacinth;</i> atau Tumbuhan famili <i>Typhaceae</i> yang dapat ditemukan di area perencanaan
<b>Kedalaman air limbah</b>	<90 cm (75 cm)
<b>Kedalam bak</b>	120- 150 cm
<b>Freeboard</b>	30 cm

(Sumber: UN Habitat,2008 Constructed Wetland Manual)

Parameter	Penyisihan BOD	Nitrifikasi (NH4 - penyisihan)	Denitrifi kasi (NO3 - Penyisi han)	Patogen (Penyisihan)
<b>TR(°C)</b>	20	20	20	20
<b>Residu (mg/l)</b>	6	0,2	0,2	-
<b><i>Free water surface wetland</i></b>				
<b>KR (/hari)</b>	0,678	0,218	1	2,6
<b>θR</b>	1,06	1,04	1,15	1,15
<b><i>Sub-surface flow wetland</i></b>				
<b>KR (/hari)</b>	1,104	KNH	1	2,6
<b>θR</b>	1,06	1,048	1,15	1,19

## 2.5 Proses Pengolahan Lumpur

Lumpur mengandung sebagian besar pencemar yang mempunyai sifat-sifat berbahaya dari air limbah yang belum diolah. Oleh karena itu harus diolah atau diproses sehingga pembuangan

akhir ke lingkungan dapat dilakukan tanpa dampak yang membahayakan.

(Hermana, 2008)

Proses pengolahan lumpur dimaksudkan untuk mengolah lumpur agar tidak menimbulkan bau yang dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan. Pada umumnya unit pengolahan lumpur meliputi thickening (Pemekatan), digestion (stabilisasi), dan dewatering (pengeringan).

(Hermana, 2008)

### 2.5.1 Sludge drying bed

*Sludge drying bed* merupakan metoda pengolahan lumpur yang digunakan pada instalasi yang berukuran kecil dan sedang (Qasim, 2000). Unit ini berfungsi untuk mengurangi kadar air dari endapan lumpur tinja yang telah distabilkan sehingga mudah untuk dibuang atau dimanfaatkan. Lumpur ini selain mempunyai volume yang besar juga mengandung zat organik yang tinggi, sehingga tidak memenuhi syarat apabila dibuang langsung tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Lumpur yang dihasilkan unit ini diangkut menuju tempat pembuangan, sedangkan supernatan hasil proses dikembalikan lagi ke unit pengolahan biologis untuk diolah kembali. Hal ini dikarenakan supernatan masih mengandung zat organik yang cukup tinggi.

*Sludge drying bed* terdiri atas lapisan pasir kasar dengan kedalaman 15-25 cm, lapisan kerikil dengan ukuran yang berbeda-beda, dan pipa yang berlubang-lubang sebagai jalan aliran air. (Siregar, 2005).

Metode ini paling banyak digunakan secara luas karena pengoperasian yang mudah, murah dan konsentrasi solid lumpur yang cukup tinggi dengan kualitas yang baik. Konsentrasi lumpur dapat ditingkatkan dengan cara memperpanjang waktu pengeringan. Selain itu, sistem ini tidak sensitif terhadap perubahan karakteristik lumpur. (Metcalf & Eddy, 2003).

**Tabel 2 9 Kriteria Desain Sludge Drying Bed**

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
1	Periode pengeringan	Hari	10 - 15	Metcalf & Eddy, 2003

No	Parameter	Satuan	Besaran	Sumber
2	Kelembaban lumpur effluen	%	60 - 70	Metcalf & Eddy, 2003
3	Kandungan solid lumpur	%	30 - 40	Metcalf & Eddy, 2003
4	Solid capture	%	90 - 100	Metcalf & Eddy, 2003
5	Solid loading	kg/m <sup>2</sup> .hari	0,27 - 0,82	Metcalf & Eddy, 2003
6	Tebal lumpur	mm	200 - 300	Metcalf & Eddy, 2003
7	Koefisien keseragaman	-	< 4	Metcalf & Eddy, 2003
8	Efektif size	mm	0,3 - 0,78	, Metcalf & Eddy, 2003
9	Slope	%	> 1	Metcalf & Eddy, 2003
10	Rasio panjang : lebar	m	6 : 6 - 30	Metcalf & Eddy, 2003

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **3.1 Analisa Tapak /Lokasi IPLT**

Pemilihan lahan harus memenuhi persyaratan administrasi persyaratan teknis. Yang dimaksud persyaratan administrasi yaitu status kepemilikan lahan, yang dibuktikan dengan surat legalitas lahan memang hanya diperuntukkan pembangunan IPLT. Sedangkan untuk persyaratan teknis, lokasi IPLT harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Bebas banjir dan bebas longsor
- b. Rencana lokasi harus terletak relatif jauh dari permukiman penduduk radius 2 km
- c. Rencana lokasi mempunyai jalan akses dari wilayah pelayanan ke IPLT atau sebaliknya.
- d. Rencana lokasi harus dekat dengan badan air penerima
- e. Rencana lokasi harus berada pada daerah terbuka dengan intensitas sinar matahari yang cukup, agar dapat membantu proses pengeringan endapan lumpur
- f. Rencana lokasi dipilih pada lahan terbuka yang tidak produktif
- g. Lokasi IPLT terletak di Desa Betoyogucci, Kecamatan Manyar, pelayanan IPLT dibangun untuk melayani Kecamatan Gresik, terutama wilayah gresik bagian Utara, termasuk Gresik kota.

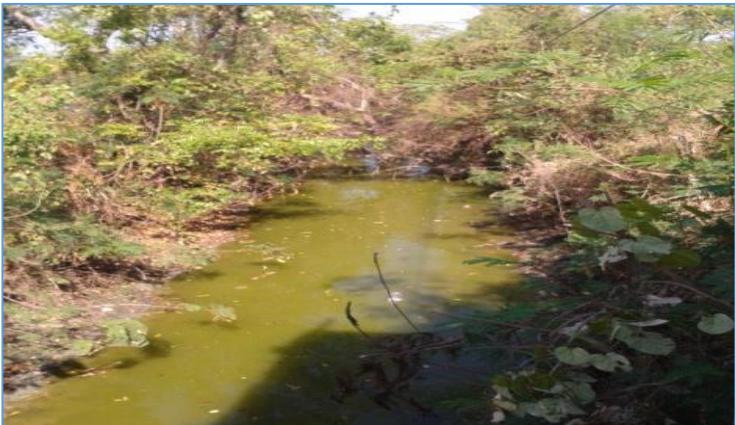
Lokasi IPLT di Desa Betoyoguci dipadukan dengan Tempat Pengelolaan Sampah Reuse Reduce Recycle (TPS3R) dengan luas lahan 4740 m<sup>2</sup> berada di 19 km dari pusat kota, berada pada wilayah yang cukup strategis di pinggir jalan Kecamatan dan berjarak 1 km dari permukiman Sehingga dapat dianggap lebih layak dengan kemudahan akses keluar masuk truk tinja karena letak lokasi di pinggir jalan dan dampak bagi masyarakat sekitarnya diharapkan dapat diminimalkan. Denah lokasi IPLT, Lahan IPLT, dan Lokasi badan air penerima rencana pembuangan efluen IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.1, 3.2, dan 3.3

**Gambar 3. 1 Layout Lokasi IPLT**  
*(Sumber: PPSP Kabupaten Gresik 2014)*





**Gambar 3. 2 Lahan IPLT Betoyoguci**  
*(Sumber : PPSP Kabupaten Gresik 2014)*



**Gambar 3. 3 Lokasi Badan Air Penerima Rencana  
Pembuangan Efluen IPLT**  
*(Sumber : PPSP Kabupaten Gresik 2014)*

Data - data terkait lahan/tapak yang digunakan untuk

pembangunan IPLT Betoyoguci dalam Tabel 3.1 berikut :

**Tabel 3. 1** Data Tapak/lahan Lokasi IPLT Betoyoguci Kab. Gresik

No	URAIAN	KETERANGAN/DATA
<b>1</b>	<b>Status Lahan</b>	Milik Kab. Gresik
<b>2</b>	<b>Persyaratan Teknis</b>	
	Bebas longsor	Bebas
	Bebas banjir	Bebas
	Jarak dari permukiman	1 km
	Jalan Akses	500 m
	Jarak dari badan penerima air/efluen	100 m
	Intensitas sinar matahari	Baik
	Peruntukan lahan	Tambak
	Ketersediaan akses jalan IPLT ke/dari daerah pelayanan	Tersedia jalan beraspal
	Permeabilitas tanah	Rendah
	Jenis tanah	lempung
	Elevasi muka air tanah	5 m diatas permukaan air laut
<b>3</b>	<b>Karakteristik lahan</b>	
	struktur geologi	Datar
	Permeabilitas tanah	Rendah
<b>4</b>	<b>Lingkungan</b>	
	Pemanfaatan air tanah penduduk sekitarnya	Pertambakan

(Sumber : Hasil Survey Primer/Pengamatan Konsultan, 2013)

### **3.2 Gambaran IPLT Betoyoguci**

Area pelayanan IPLT Kabupaten Gresik ini direncanakan akan melayani penduduk di tiga kecamatan, yaitu : Kecamatan Kebomas, Kecamatan Gresik dan Kecamatan Manyar. Adapun kapasitas rencana dapat diperhitungkan dari jumlah penduduk dan jumlah kepemilikan jamban.

IPLT Kabupaten Gresik ini didesain untuk mengolah lumpur tinja dengan kapasitas 45 m<sup>3</sup>/hari dengan karakteristik tinja

berdasarkan konsentrasi BOD, COD dan TSS yang lebih besar dari karakteristik umum, karena dalam melakukan desain digunakan faktor keamanan desain untuk mengakomodasi terjadinya beban berlebih (shock loading) terutama akibat perubahan musim dan kondisi operasional IPLT, misalnya saat dilakukan maintenance.

**Tabel 3. 2** Jumlah Jamban dari 3 Kecamatan Terlayani

NO	KECAMATAN	PUSKESMAS	JUMLAH JAMBAN DENGAN SEPTIC TANK
1	GRESIK	ALON-ALON	5.677
		NELAYAN	4.216
		INDUSTRI	2.564
<b>Jumlah</b>			<b>12.457</b>
2	KEBOMAS	KEBOMAS	11.075
		GENDING	6.741
<b>Jumlah</b>			<b>17.816</b>
3	MANYAR	MANYAR	3.695
		SEMBAYAT	2.461
		SUKOMULYO	13.287
<b>Jumlah</b>			<b>19.443</b>

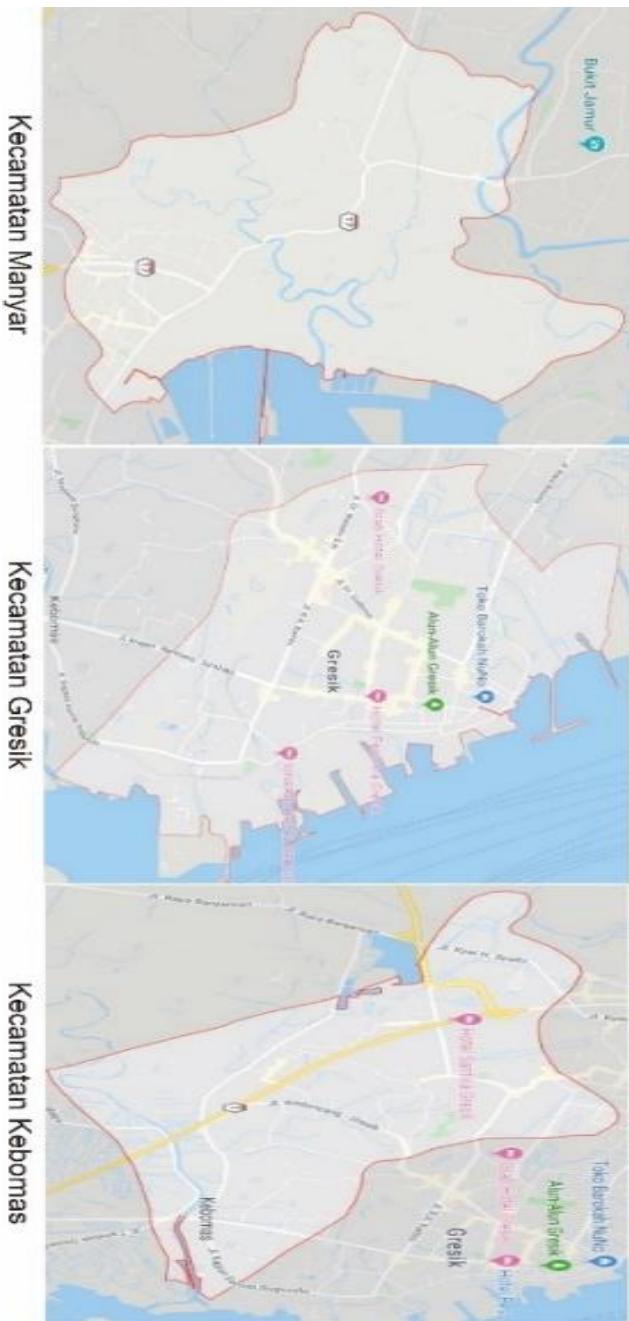
(Sumber : Dinas Kesehatan Kabupaten Gresik 2013)

### 3.3 Wilayah Pelayanan

Jumlah penduduk proyeksi tahun 2018 yang akan dilayani IPLT adalah dari Kecamatan Kebomas (93.286 jiwa), Kecamatan Gresik (90.329 jiwa) dan Kecamatan Manyar (101.228 jiwa). Dapat dilihat di Gambar 3.4 dan 3.5.

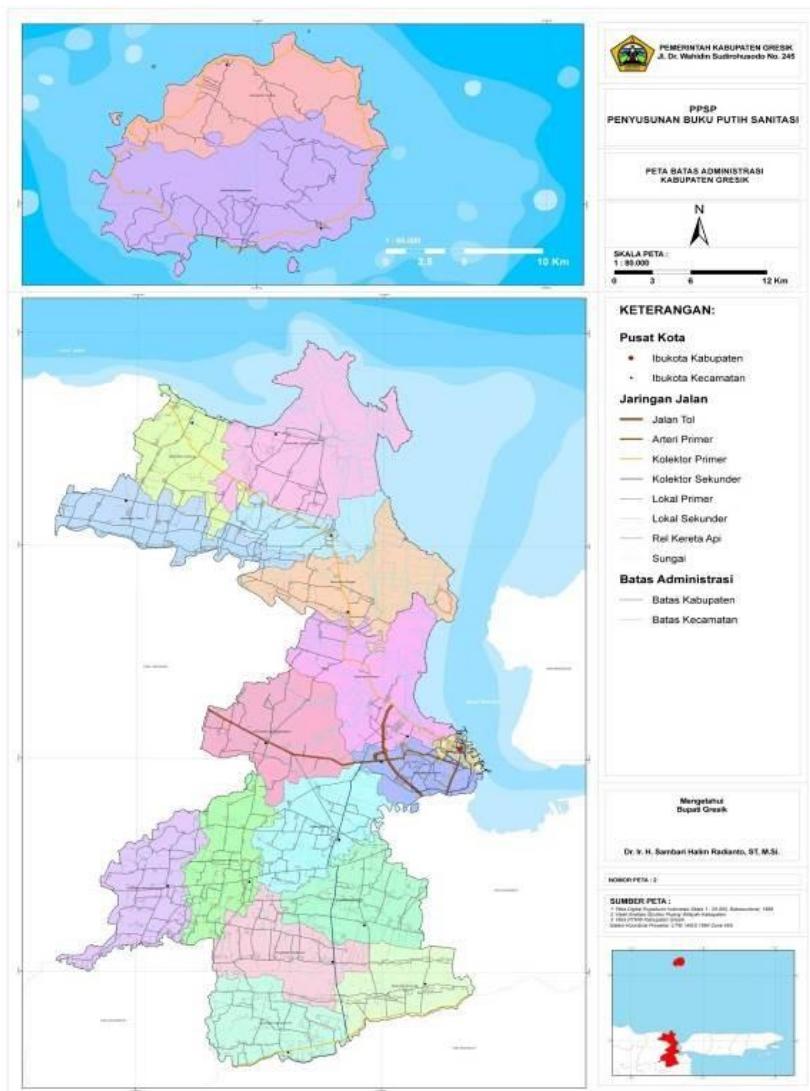
- a. Total Penduduk yang dilayani IPLT Tahun 2018 adalah sebesar 284.843 jiwa.
- b. Jumlah jamban : 49.716 unit (Tabel 3.2)
- c. Rencana penduduk terlayani : 70% (205.391 jiwa)
- d. Kapasitas jamban : 2,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- e. Produksi Tinja : 0,3 m<sup>3</sup>/orang/tahun
- f. Umur pengurasan : 3 tahun

Sebagai tahap awal perencanaan debit atau kapasitas bangunan direncanakan melayani 45 m<sup>3</sup>/hari.



**Gambar 3.4 Area Pelayanan IPLT Betoyoguci**

(Sumber : Peta Google Maps)



**Gambar 3. 5 Peta Batas Administrasi kabupaten Gresik**  
(Sumber : PPSP Kabupaten Gresik 2014)

### 3.4 Teknologi Pengolahan Lumpur Tinja

Pemilihan proses pengolahan lumpur tinja yang akan digunakan mempertimbangkan beberapa kriteria, antara lain:

- a. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu limbah domestik yang disyaratkan.
- b. Pengelolaannya harus mudah.
- c. Konsumsi energi rendah.
- d. Biaya operasi rendah.
- e. Perawatannya mudah dan sederhana.

Berdasarkan kriteria tersebut, untuk pengolahan lumpur tinja teknologi yang digunakan adalah sistem kolam proses kombinasi aerob-anaerob. Perencanaan teknis/ perhitungan dimensi unit-unit pengolahan lumpur tinja yang digunakan akan dijelaskan selanjutnya. Untuk memilih metode pengolahan cairan (supernatan) secara biologis, diperlukan pertimbangan yang disesuaikan terhadap kualitas efluen pengolahan dan baku mutu yang berlaku, serta keuntungan maupun kerugian yang dimiliki oleh masing-masing metode tersebut. Untuk memilih metode tersebut, dapat digunakan pertimbangan berdasarkan nilai pembobotan, dimana nilai yang terbesar adalah metode yang terpilih. Hasil pembobotan untuk memilih alternatif dapat dilihat dalam Tabel 3.3 berikut

**Tabel 3. 3** Pembobotan untuk Pemilihan Alternatif Pengolahan Supernatan

Alasan Pemilihan	Tingkat Kepentingan	Bobot Nilai		
		Tricling Filter	Activated Sludge	Kolam Stabilisasi
1 <b>biaya konstruksi</b>	2 30%	3 4 (3*2) 2 0,6	5 6 (5*2) 1 0,3	7 8 (7*2) 3 0,9
<b>biaya operasional</b>	25%	2 0,5	1 0,25	3 0,75
<b>Tenaga</b>	15%	2 0,3	1 0,15	3 0,45
<b>Pemakaian Lahan</b>	10%	2 0,2	3 0,3	1 0,1

<b>Pemakaian Energi</b>	20%	2	0,4	1	0,2	3	0,6
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		<b>2,0</b>		<b>1,2</b>		<b>2,8</b>

Sumber : Hasil koordinasi Dinas terkait dan konsultan, 2013

**Tabel 3. 4 Keterangan Tabel Pembobotan**

Biaya Konstruksi	Biaya Operasional	Tenaga	Pemakaian Lahan	Pemakaian Energi
<b>1 = mahal</b>	1 = mahal	1 = ahli	1 = banyak	1 = banyak
<b>2 = sedang</b>	2 = sedang	2 = terampil	2 = sedang	2 = sedang
<b>3 = murah</b>	3 = murah	3 = kasar	3 = sedikit	3 = tidak ada

(Sumber : PPSP Kabupaten Gresik 2014)

Berdasarkan Tabel Pembobotan maka dapat dilihat bahwa sistem yang memiliki bobot terbesar adalah kolam stabilisasi, sehingga metode yang akan digunakan untuk mengolah supernatan limbah lumpur tinja adalah kolam stabilisasi, dengan harapan bahwa pencapaian derajat pembersihan yang diinginkan dapat tercapai dengan biaya paling rendah dan pemeliharaan minimal oleh operator yang tidak membutuhkan keahlian atau ketampilan tertentu, sehingga dengan demikian tingkat pelayanan kepada masyarakat dapat terpenuhi dengan baik.

Berdasarkan pertimbangan diatas juga berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani dan berdasarkan acuan desain dari Modul Direktorat Jendral Kementerian Pekerjaan Umum Cipta Karya Pusat, maka unit pengolahan lumpur tinja Kabupaten Gresik hanya terdiri dari SSC, Kolam Stabilisasi (Kolam Anaerobik, Kolam Fakultatif , Kolam Maturasi) dan Sludge Drying Bed.

## 3.5 Desain Teknis IPLT

### 3.5.1 Desain Bak Inlet

Bak inlet ini akan menampung lumpur tinja awal kedatangan dari truk sedot tinja. Bak inlet dilengkapi bar screen yang dipasang membentuk sudut miring  $60^\circ$  dari dinding bak. Bak Inlet ini dipasang di masing-masing Kolam SSC dan berhubungan dengan dinding perforated. (gambar detail terlampir). Gambar Bak Inlet IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.7.

$$P=2L, \text{ lebar (L)} = 0,3m = 0,5m$$

$$\text{panjang total (P)} = 1,4m = 1,5m$$

$$\text{freeboard}(f) = 0,5m = 0,5m$$

$$\text{kedalaman total (Htot)} = 0,5m = 1,0m$$



**Gambar 3. 6** Gambar Bak Inlet  
(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.2 Desain SSC

Kolam pemisah antara padatan lumpur tinja dengan air limbah cair yang berkadar organik tinggi dari lumpur tinja adalah unit Sludge Separated Chamber (SSC). SSC ini didesain dengan menampung limbah lumpur tinja pada kapasitas masing-masing  $45 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Gambar SSC IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.8.

Kriteria Desain :

Karakteristik

$$Q = 45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Direncanakan

Lama waktu pengeringan	: 5 hari
Pengangkutan lumpur	: 15 hari
Laju penimbunan lumpur	: 20%
Volume lumpur	: $45 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\% = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$

Dimana menggunakan 4 bak penampung lumpur. Masing-masing bak dilengkapi satu inlet yang dilengkapi bar screen. Didalam SSC terjadi pemisahan padatan dan supernatant lumpur tinja. Dimana supernatant dapat terpisah dari lumpur di bagian atas dan bawah yang kemudian ditampung dalam bak pengumpul sebelum akhirnya dia lirkan dan diolah dalam Kolam stabilisasi berikutnya.

Bagian bawah unit SSC dilengkapi dengan bantalan kerikil yang berfungsi sebagai penahan lumpur yang terendapkan sehingga supernatannya juga dapat terpisah melalui pipa orifice underdrain yang akhirnya juga menuju bak pengumpul untuk selanjutnya diolah dalam kolam stabilisasi. Sementara padatannya dimasukkan dalam unit *Sludge Drying Bed* atau bak pengering lumpur.

Bila pengisian untuk 1 bak adalah 5 hari maka waktu yang diperlukan agar bak pertama dapat beroperasi kembali adalah

$$\begin{aligned} &= \text{lama pengeringan} + \text{lama pengangkutan lumpur} + \text{lama pengisian bak} \\ &= 5 \text{ hari} + 5 \text{ hari} + 5 \text{ hari} = 15 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dimensi Solid Separation Chamber (SSC) adalah :

- Panjang bak : 10 m
- Lebar : 8 m
- Tinggi efektif : 1,5 m
- Tinggi total : 2,2 m
  - Free board : 0.7 m
  - Lebar R. Supernatan : 1 m
  - Ruang supernatan : 0.5 m
  - Media saring : 0.5 m



**Gambar 3. 7** Gambar SSC  
(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.3 Desain Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik merupakan bagian dari kolam stabilisasi pertama akan mengolah air limbah yang berasal dari SSC. Gambar Kolam Anaerobik IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.9.

Dimensi Kolam Anaerobik sebagai berikut :

Luas	=	36,0	$m^2$
kedalaman	=	2,0	m
$P = 2L$ , Lebar (L)	=	4,2	m = 5 m
Panjang	=	8,5	m = 10 m
Freeboard	=	0,5	m
Kedalaman Total	=	2,5	m



**Gambar 3. 8** Gambar Kolam Anaerobik  
(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.4 Desain Kolam Fakultatif

Istilah fakultatif merujuk pada gabungan kondisi aerob dan anaerobik. Kondisi aerobik dipelihara dalam lapisan lebih atas sedangkan kondisi anaerobik terjadi pada lapisan paling bawah. Sebagian dari kebutuhan oksigen untuk menjaga lapisan atas tetap aerobik berasal dari aerasi melewati permukaan air, sebagian lagi berasal dari aktifitas fotosintetik ganggang yang tumbuh secara alami dalam kolam. Gambar Kolam Fakultatif IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.10.

Direncanakan :

- Kedalaman kolam = 2 m
- % penyisihan BOD = 80 %
- Waktu detensi = 7 hari
- Volume Kolam = 201,6 m<sup>3</sup>
- Rasio P:L = 2
- Kedalaman total = 2,5 m
- Luas Permukaan = 100,8 m<sup>2</sup>
- Lebar = 7 m
- Panjang = 14 m

Untuk bagian outlet dipakai pipa berukuran 100 mm menuju ke kolam maturasi. Sedangkan bagian inlet terdiri dari pipa pembawa dan pembagi yang telah dilubangi dengan diameter 100 mm untuk membagi aliran debit yang masuk.



**Gambar 3. 9** Gambar Kolam Fakultatif

(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.5 Desain Kolam Maturasi

Menurut Mara (2003), kolam pematangan dipergunakan sebagai tahap lanjutan setelah dari kolam fakultatif. Fungsi utamanya adalah untuk membunuh patogen bakteri tinja dan virus dengan cepat. Dibutuhkan dua kolam seri dengan waktu detensi yang berkisar 5 – 7 hari. Dengan perancangan yang tepat akan tercapai derajad penghilangan E. Coli sebesar > 99,99%. Namun untuk penghilangan BOD dalam kolam pematangan hanya sedikit, sekitar 50-65% dengan baku mutu limbah cair. Gambar Kolam Maturasi IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.11.

Perhitungan dimensi

- Debit kolam = 23 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu detensi = 5 hari
- Volume kolam = 90 m<sup>3</sup>
- Rasio P : L = 2
- Kedalaman = 1 m
- Luas Permukaan = 115,2 m<sup>2</sup>

- Panjang = 16 m
- Lebar = 8 m



**Gambar 3. 10** Gambar Kolam Maturasi  
(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.6 Desain Wetland

Tipe Perforated Screen,  
Jarak bukaan 20 mm openings

Dimensi : panjang = 1,5 m, lebar = 1,5 m dan tinggi total 1 m  
Jumlah bar screen = 20 buah

#### Perencanaan

Waktu detensi = 4 hari

Debit influen = 22,8 m<sup>3</sup>/hari

Volume = 91,3 m<sup>3</sup>

kedalaman = 1,0 m

Luas Area = 91,3 m<sup>2</sup>

Panjang = 2 x Lebar

Lebar = 6,8 m

Panjang = 2 x Lebar = 14,0 m = 7 m  
= 14,0 m

Tumbuhan yang ditanam bunga *Canna Lily*, bambu air, *sanciverra*  
Gambar Wetland IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.12.



**Gambar 3. 11** Gambar Wetland

(Sumber: Survei Lapangan)

### 3.5.7 Desain Sludge Drying Bed

*Sludge Drying Bed* digunakan untuk mengolah lumpur yang berasal dari ruang digester dari SSC. Gambar SDB IPLT dapat dilihat dalam Gambar 3.13.

#### Perhitungan

total lumpur dalam SDB

1. dari ruang SSC	=	45,0	$m^3/hari$	=	94	kg/hari
2. dari maturasi	=	23,0	$m^3/hari$			
total lumpur dalam SDB	=	68,0	$m^3/hari$			
massa solid	=	29,2	$m^3/hari$			
massa jenis lumpur, Sg	=	1,0				
direncanakan jumlah bed	=	5,0	unit			
Kedalaman	=	0,5	m			
waktu pengeringan	=	14,0	hari			
volume bed masing-masing	=	81,6	$m^3$			
sludge loading	=	2,0	$kg/m^2. hari$			
luasan bed lumpur	=	14,6	$m^2$			

kedalaman	=	0,5	m				
lebar	=	2,7	m	=	3	m	
P	=	5,4	m	=	6	m	
kedalaman total SDB							
Lapisan Cake	=	30,0	cm				
Lapisan pasir							
Fine Sand	=	15,0	cm				
Coarse sand	=	7,5	cm				
Lapisan Kerikil							
Fine gravel	=	7,5	cm				
Medium gravel	=	7,5	cm				
coarse gravel	=	7,5	cm				



**Gambar 3. 12** Gambar SDB  
(Sumber: Survei Lapangan)

**REKAPITULASI VOLUME AIR LIMBAH DOMESTIK YANG MASUK KE IPLT BETOYOGUCI KABUPATEN GRESIK**

**TAHUN 2018**

NO	BULAN	TANGGAL																														Jumlah
		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	31
1	Januari	5	10	3	6	6	12	2	8	6	3	6	6			2	6	9	9	6	11	3	3	6								128
2	Februari	6	3	5,5	3	12	3		9	9	2		3	3	7		9	2	3	8	3	3	7	8	4							107
3	Maret	3	3	4	2		15	6		3	10	3			3	6	3								4,5		6					80
4	April	3	6	3	3	3	11		3	8		6			7		4	3	10					5		7	11	3				96
5	Mei	6	8				5	5	3		5		10		2			3	4	9		2		7		5					74	
6	Juni		3	3	4	2	2	2	5					8	3		7	6	4,5	2	3				2	9					61	
7	Juli		11	8	6	2,5	9	8		2	6	10	5	7	9	7	3	14	6	6	4		2		2	2	3	5,5				147,5
8	Agustus	3	3	2,5	2,5		2	2,5	3		11			9	17	3	4	2	2	13	6			5,5	6,5	4	16	1,5			119	
9	September	10,5	8,5	9,5		9	3	2	6	3	3		3	4		6,5		3	2	3	3	9	3	6,8	4	3	9		8	4	4	103,3
10	Oktober	8	11		6	5	14	2	3	6	2	8		8,5	4,5	6	25	6		3	3			5,5	2	2	5	6	4	4	11	162
11	November	13	3		7	3	2	6		2																					36	
12	Desember																														0	
																																113,8

**Tabel 3. 13 Rekapitulasi Volume ALD IPLT Beto Yogyuci Tahun 2018**

(Sumber : PPSP Kabupaten Gresik 2014)

### **3.7      Analisis Idle Capacity IPLT**

*Idle capacity* merupakan kapasitas yang tidak digunakan dari total kapasitas yang tersedia. IPLT Betoyoguci dirancang untuk menerima kapasitas debit saat penuh sebesar  $45 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Berdasarkan data debit tahun 2018 yang diterima IPLT Betoyoguci, dari tabel 3.5 dapat ditentukan nilai *idle capacity* di IPLT Betoyoguci dengan menggunakan rumus:

$$\text{Idle Capacity} = \text{Kapasitas Penuh} - \text{Debit Masuk}$$

Contoh perhitungan:

Debit masuk/tahun	= $(1113,8 \text{ m}^3 / 334 \text{ hari}) \text{ m}^3/\text{hari}$
Kapasitas penuh	= $45 \text{ m}^3/\text{hari}$
<i>Idle capacity</i>	$\cdots$
	= $45 \text{ m}^3/\text{hari} - 3,5 \text{ m}^3/\text{hari}$
	= $41,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

Dengan kondisi *Idle Capacity* yang tergolong masih besar tersebut, kondisi eksisting yang terjadi di lapangan adalah:

- Baku mutu tidak memenuhi regulasi dikarenakan mikroba tidak mendapatkan asupan substrat yang cukup sehingga sistem pengolahan unit kolam stabilisasi tidak berjalan dengan optimal.
- Pengolahan lumpur tidak berjalan maksimal karena kompos tinja yang dihasilkan miskin unsur N, P, dan K.
- Retribusi dari penerimaan lumpur tinja tergolong masih di bawah target.

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## BAB IV

# METODE EVALUASI

### 4.1 Kerangka Evaluasi

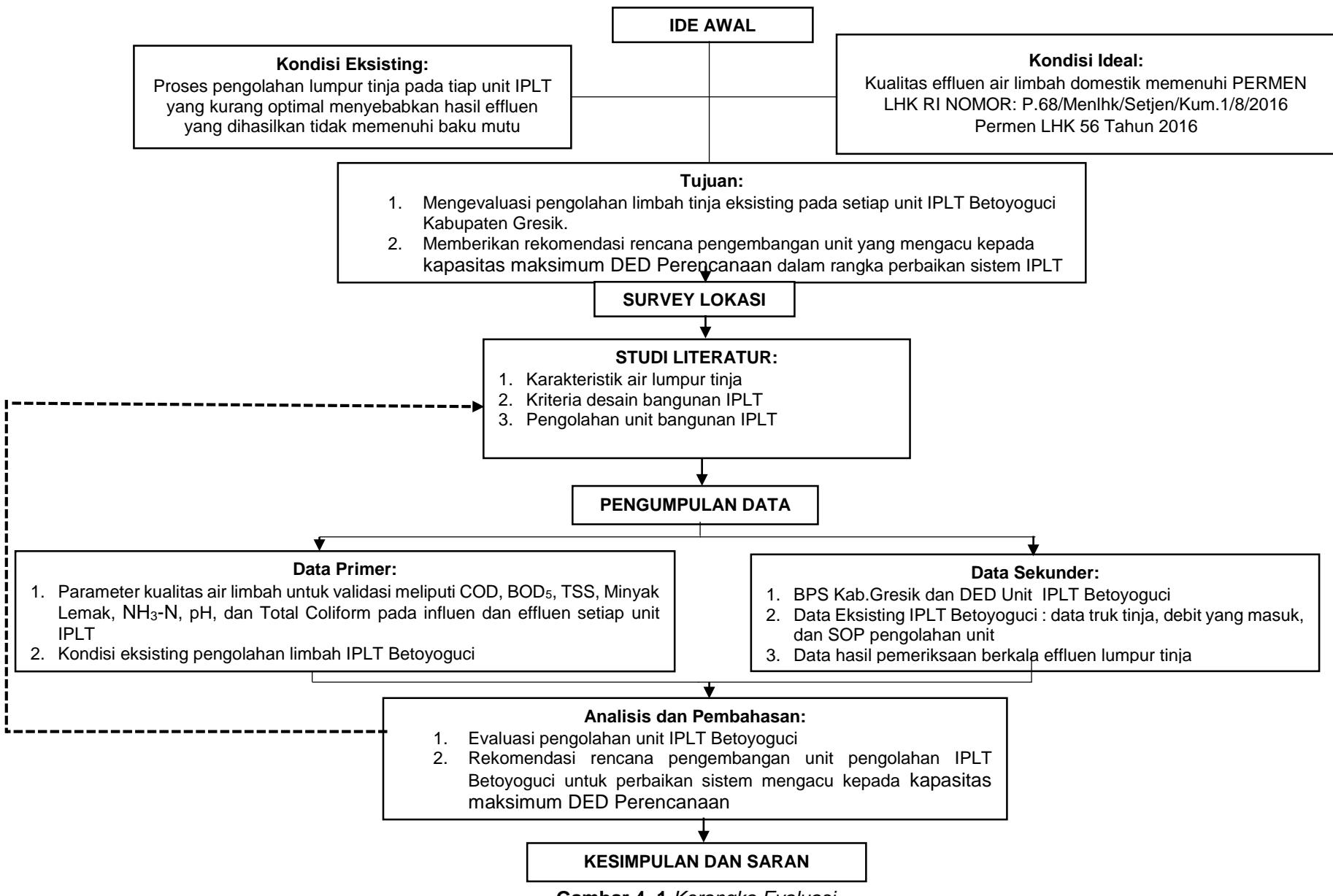
Metode evaluasi ini dibuat untuk memudahkan evaluasi agar berjalan secara sistematis dan terstruktur. Metode evaluasi disajikan dalam bentuk kerangka evaluasi sebagai gambaran awal tahap evaluasi. Kerangka evaluasi digunakan sebagai pedoman dalam melakukan evaluasi sehingga dapat memudahkan dalam memahami evaluasi yang akan dilakukan sehingga kesalahan dapat diminimalisasi.

Ide evaluasi diambil berdasarkan kondisi eksisting IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik. Berdasarkan data yang didapatkan, diperlukan evaluasi yang berfungsi untuk meninjau pengelolaan limbah agar hasil yang didapat memenuhi baku mutu dan tidak mencemari lingkungan. Selanjutnya, dari kondisi eksisting dan kondisi ideal tersebut muncul gap yang akan dijadikan sebagai latar belakang yang menjadi dasar evaluasi dilakukan.

Pada latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah yang kemudian diambil tujuan yang sesuai. Pada evaluasi ini diperlukan studi literatur untuk membahas dan mengolah data primer dan sekunder yang telah diperoleh yang kemudian akan diambil kesimpulan dan saran. Kerangka evaluasi dapat dilihat pada Gambar 4.1

### 4.2 Ide Tugas Akhir

Ide tugas akhir ini yaitu Evaluasi unit IPLT dengan dilakukan analisis kesesuaian kriteria desain unit bangunan IPLT secara teori dengan konsisi eksisting. Serta pengelolaan limbah tinja sesuai peraturan yang berlaku.



Gambar 4. 1 Kerangka Evaluasi

### **4.3 Survey Lokasi**

Survey lokasi dilaksanakan di IPLT Betoyoguci dengan bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan IPLT secara langsung, sumber limbah yang masuk ke IPLT, serta kondisi influen dan efluen dari IPLT itu sendiri. Selain itu, survey juga dilakukan untuk melihat kondisi eksisting pengelolaan limbah tinja. Adapun untuk frekuensi dari kegiatan survey ke lokasi ini sendiri dilakukan selama lebih kurang dua minggu.

### **4.4 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan mulai tahap awal hingga akhir evaluasi. Studi literatur ini bertujuan untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan teori, pengertian, kriteria desain, dan rumus-rumus yang mendukung tugas akhir ini. Adapun untuk sumber literatur dapat diperoleh dari pustaka ataupun literatur lainnya yang berkaitan dengan tugas akhir, sehingga dapat digunakan sebagai dasar penulisan tugas akhir. Sumber-sumber literatur yang diperlukan berkaitan dengan:

1. Sistem pengolahan lumpur tinja  
Untuk mengetahui sistem pengolahan lumpur tinja yang digunakan, sesuai tidaknya dengan kondisi yang ada di lapangan.
2. Unit-unit bangunan pengolahan lumpur tinja  
Menjelaskan tentang unit bangunan pengolahan air limbah tinja yang menjelaskan sesuai dengan karakteristik air limbah yang ada, serta menjelaskan mengenai keuntungan dan kerugian dari masing-masing bangunan pengolahan air limbah. Sehingga studi literatur ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kinerja bangunan pengolahan air limbah di IPLT eksisting.
3. Kriteria desain unit IPLT  
Menjelaskan tentang kriteria-kriteria perencanaan yang digunakan dalam mendesain unit-unit IPLT untuk dilihat kesesuaianya dengan IPLT eksisting dan digunakan dalam perencanaan IPLT tambahan.
4. Standar baku mutu air limbah

- Digunakan untuk mengetahui kualitas efluen air limbah tinja yang dihasilkan jika dibandingkan dengan peraturan baku mutu yang berlaku tersebut, sehingga efluen dapat ditentukan statusnya (memenuhi baku mutu atau tidak) jika dibuang ke lingkungan.
5. Pengelolaan lumpur tinja  
Digunakan untuk mengevaluasi pengelolaan lumpur tinja eksisting serta untuk perencanaan pengembangan sistem pengelolaan.

## 4.5 Pengumpulan Data

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

### 4.5.1 Data Primer

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

1. Data kondisi eksisting IPLT Betoyoguci
  - Parameter kualitas air limbah untuk validasi meliputi COD, BOD<sub>5</sub>, TSS, Minyak Lemak, pH, NH<sub>3</sub>-N dan Total Coliform pada influen dan effluent setiap unit IPLT
  - Kondisi eksisting unit pengolahan limbah IPLT (mengukur dimensi unit IPLT dengan menggunakan alat ukur meteran).
2. Pengambilan sampel  
Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali untuk validasi data sekunder yang sudah tersedia dan karena adanya fluktuasi dari kualitas air limbah. Sampel diambil di titik influen dan efluen dari bangunan pengolahan air limbah dengan menggunakan metode *grab sampling*.
3. Evaluasi Laboratorium

Evaluasi laboratorium dilaksanakan di Laboratorium PT Envilab Indonesia di Gresik. Dilakukan analisis menggunakan 7 parameter yaitu TSS, COD, BOD, pH, minyak dan lemak, Total Coliform, serta NH<sub>3</sub>-N. Metode analisis dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4. 1** Metode Pengukuran Parameter Evaluasi

No	Parameter	Metode	Instrumen	Sumber
1	Total Coliform	MPN	Tabung reaksi	APHA 9221B-2005
2	BOD	Winkler	Winkler	APHA, Section 5210-B, Ed 22, Tahun 2012
3	COD	Open Refluks	Buret, alat refluks	SNI 06-6989.2-2004
4	TSS	Gravimetri	Neraca	SNI 06-6989.3-2004
5	pH	Elektrometri	PH meter	SNI 06-6989.11-2004
6	Minyak dan lemak	Gravimetri	Neraca	SNI 6989.10-2011
7.	NH <sub>3</sub> -N	Spektrofotometri	Spektrofotometer	SNI 06-6989.30-2009

#### **4.5.2 Data Sekunder**

Data sekunder yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi:

Data proses pengolahan air limbah tinja meliputi:

- DED Unit IPLT
- Data BPS : Data Kependudukan dan Peta - Peta
- Data Eksisting IPLT : Logbook data truk tinja dan debit yang masuk,
- SOP pengolahan unit
- Data hasil pemeriksaan berkala (laporan uji laboratorium) effluent lumpur tinja

#### **4.6 Analisis dan Pembahasan**

Melakukan analisis data yang diperoleh dari pengumpulan data primer dan sekunder secara keseluruhan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan kriteria desain pada literatur. Analisis data dan pembahasan dilakukan agar hasil dari pengolahan air limbah IPLT dapat dibandingkan dengan teori-teori yang mendasari ruang lingkup.

➤ Mengevaluasi Kriteria Teknis

Mengukur dimensi (volume) tiap unit bangunan IPLT dengan menggunakan alat ukur meteran sesuai dengan kondisi eksisting, mengacu kepada Kriteria Desain yang terdapat pada studi literatur yang ada. Serta sistem pengaliran antar unit pengolahan lumpur tinja.

Perhitungan volume menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Volume = panjang \times lebar \times kedalaman$$

➤ Mengevaluasi Kapasitas

Menghitung waktu detensi dari setiap unit :

$$td = Volume (m^3) / Debit (m^3 \text{ hari})$$

Melakukan perbandingan kesesuaian dengan kriteria desain, sehingga dapat diketahui efisiensi unit pengolahan eksisting dan dapat diketahui unit tersebut apakah memenuhi kriteria atau tidak

- Mengevaluasi Efisiensi Removal Pengolahan  
Melakukan uji kemampuan unit dalam menyisihkan beban organik. Perhitungan dilakukan dengan menentukan besaran beban organik berdasarkan kriteria desain yang ada, lalu mencari kemampuan penyisihan dengan mempertimbangkan lamanya waktu tinggal unit.
- $$\% \text{ Removal BOD} = ([\text{BOD}_5]_{\text{in}} - [\text{BOD}_5]_{\text{out}}) / [\text{BOD}_5]_{\text{in}} \times 100\%$$
- Mengevaluasi Operasional dan Pemeliharaan IPLT  
Melakukan evaluasi sistem operasional dan pemeliharaan IPLT Betoyoguci.
  - Merencanakan Preliminary Design Alternatif Unit  
Merencanakan preliminary design alternative unit IPLT sesuai dengan hasil evaluasi yang meliputi: Menetapkan kriteria perencanaan proses , Menghitung perhitungan unit proses alternatif dan Menggambar teknis unit alternatif

#### **4.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dituliskan sesuai dengan hasil evaluasi yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari analisis data atau evaluasi yang telah dilakukan terhadap kinerja bangunan IPLT Betoyoguci. Selanjutnya hasil dari kesimpulan dapat digunakan sebagai saran yang meliputi alternatif pemecahan masalah terkait dengan kinerja unit bangunan instalasi pengolahan air limbah. Saran yang diberikan dapat dijadikan hasil pertimbangan dan masukan kepada penanggung jawab IPLT Betoyoguci

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pengelolaan Limbah Tinja**

Analisis kondisi pengelolaan limbah tinja di IPLT Betoyoguci yang dilakukan antara lain:

1. Penentuan kuantitas dan kualitas air limbah  
Penentuan kuantitas dan kualitas air limbah bertujuan agar mendapatkan data awal untuk perhitungan.
2. Evaluasi tiap unit IPLT  
Unit IPLT eksisting dievaluasi terlebih dahulu kesesuaianya dengan kriteria desain menurut literatur.
3. Rekomendasi perbaikan sistem IPLT  
Rekomendasi dapat berupa alternatif penyelesaian masalah untuk perbaikan sistem di IPLT Betoyoguci

##### **5.1.1 Penentuan Debit Air Limbah**

Data debit lumpur tinja yang masuk ke IPLT Betoyoguci didapatkan dari data sekunder berupa jumlah truk yang masuk dan kubikasinya. Adapun untuk data yang digunakan adalah data tahun 2019. Penyedotan truk dilakukan dengan sasaran rumah tangga, industri, IPAL komunal, dan institusi. Debit lumpur tinja dapat dilihat pada Tabel 5.1.

NO	BULAN	TANGGAL																														Jumlah	
		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	31	
1	Januari																																0
2	Februari	3	7		16	12	3	3		16	6	6	4	7	2	8	3	12	7	4	9	11	15	11								161	
3	Maret			7	5		5		2	5	2	2	3	3	3	7	2	5		8	3	10	2	3								74,5	
4	April	8	8		3	8	4	3	15	6	4	7	6	9	3	2	1	8	8	6	2	5	2	11								125	
5	Mei		5	3	9		2	5	11	10	2	2	1	3	2	2	3	5		10	3	2	3	7	5							91	
6	Juni									8	5	3	3	3	8	6	8	5	6	8	2	9	6	6	5								87
7	Juli	16	9	2	7	2	6	8	9	10	3	6	1	7	3	5	7	11	9	6	11	11	9	12	1	3	3				173		
8	Agustus	5	2	4		4	2	2	3		2	2	6	3		5	5	3	2	2	6	6	16	11	4	2	4				97,5		
9	September																														0		
10	Oktober																														0		
11	November																														0		
12	Desember																														0		
																															809		

Tabel 5. 1 Debit Aktual Air Limbah Tahun 2019

**Tabel 5. 2 Rekapitulasi Total Debit/Bulan Tahun 2019**

No	Bulan	Debit
1	Januari	0
2	Februari	161
3	Maret	74.5
4	April	125
5	Mei	91
6	Juni	87
7	Juli	<b>173</b>
8	Agustus	97.5
<b>Rata-rata</b>		101.125

Debit influen didapatkan melalui 2 data, yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder ini didapat melalui pihak Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Betoyoguci Gresik melalui DED perencanaan yang dibuat. Sementara itu Data primer didapat melalui Uji Laboratorium yang dilakukan dengan cara sampling. Dan debit yang digunakan untuk perhitungan pada evaluasi unit IPLT adalah rata - rata debit Bulan Maret dengan Volume debit paling besar yaitu 173 m<sup>3</sup>/bulan atau sebesar 5,76 m<sup>3</sup>/hari. Rekapitulasi Total Debit/Bulan Tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.2.

### **5.1.2 Kualitas Air Limbah**

Selain pengukuran debit air limbah yang dihasilkan, diperlukan juga pengukuran kualitas air limbah di IPLT Betoyoguci. Tujuan dari pengukuran kualitas air limbah adalah untuk mengetahui konsentrasi parameter-parameter pencemar sebelum dan setelah masuk ke unit IPLT. Analisis kualitas air limbah ini harus dilakukan di laboratorium.

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada hari Jumát 18 Maret 2019. Metode sampling yang digunakan yaitu *grab sampling* dimana sampel yang diambil menunjukkan sifat sampel pada saat diambil (pengambilan sampel sesaat). Sampel yang sudah sudah dikumpulkan lalu diuji di Balai Riset Dan Standarisasi

Industri Surabaya. Kualitas air limbah hasil sampling uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Kualitas air limbah**

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Anaerobik		Kolam Fakultatif	
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
pH	-	6,84	6,99	6,99	6,77	6,77	7,02
TSS	mg/l	2200	1500	1500	1176,5	1176,5	954
Minyak dan Lemak	mg/l	1174,8	979	979	521,8	521,8	419
BOD5	mg/l	801,86	503,6	503,6	399	399	267,8
COD	mg/l	3993,62	2109	2109	1212,8	1212,8	932
Total Coliform	mg/l	5230000	4190000	4190000	3570000	3570000	2788000
Amoniak	mg/l	463,68	396,8	396,8	307	307	296

Parameter	Satuan	Kolam Maturasi		Wetland		Baku Mutu
		Inlet	Inlet	Inlet	Outlet	
pH	-	7,02	7,54	7,54	7,77	6-9
TSS	mg/l	954	504	504	145	30
Minyak dan Lemak	mg/l	419	227	227	127	5
BOD5	mg/l	267,8	234	234	178	30
COD	mg/l	932	514,7	514,7	338	100
Total Coliform	mg/l	2788000	1500000	1500000	1430000	3000
Amoniak	mg/l	296	156,4	156,4	93	10

### 5.1.3 Diagram Alir Proses IPLT

Diagram alir proses Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Betoyoguci dibagi dalam 3 tahap, yaitu:

1. Tahap pengolahan fisik, yang terdiri dari:
  - *Solid Separation Chamber (SSC)*
2. Tahap pengolahan biologis, yang terdiri dari:
  - Kolam Anaerobik
  - Kolam Fakultatif

- Kolam Maturasi
  - Wetland
3. Tahap pengolahan lumpur, yang terdiri dari:
- Sludge Drying Bed (SDB)*

Prosesnya adalah sebagai berikut:

Berdasarkan layout dapat dijelaskan bahwa alur perjalanan dalam bangunan unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja dimulai dari mobil truk tinja datang masuk melalui pintu masuk IPLT. Kemudian menuju ke bak inlet untuk membuang lumpur tinja dengan pompa tekanan. Kemudian dari bak inlet lumpur dialirkan masuk ke Bak SSC. Selanjutnya dari bak SSC cairan lumpur menuju kolam anaerobic, diteruskan ke kolam fakultatif, dan terakhir ke kolam maturasi, untuk seterusnya sebelum dialirkan ke badan air penerima diolah terlebih dahulu dalam wetland sebagai kolam indicator. Sedangkan lumpur yang terendap di bak SSC dan kolam-kolam stabilisasi dibuang ke Sludge Drying Bed untuk dimanfaatkan sebagai kompos.

Unit- unit bangunan IPLT yang direncanakan di Betoyoguci Kabupaten Gresik ini direncanakan pengalirannya secara gravitasi. Sebelum unit IPLT dioperasikan maka reaktor-reaktor diisi dengan air bersih sampai setengah penuh. Selanjutnya seluruh peralatan mekanik dan elektrik dipastikan dapat berjalan dengan baik. Pengisian bak ini juga untuk mendeteksi adanya kebocoran bangunan unit pengolahan sehingga pada saat diisi dengan lumpur tinja tidak lagi bermasalah. Untuk gambaran lengkap diagram alir proses IPLT Betoyoguci dapat dilihat pada gambar 4.1.



**Gambar 5. 1 Diagram Alir Proses Eksisting IPLT Betoyoguci**

#### 5.1.4 Mass Balance Eksisting

*Mass balance* diperlukan untuk memastikan bahwa beban konsentrasi limbah yang masuk (*inflow*) telah seimbang dengan beban konsentrasi limbah yang keluar (*outflow*). Dalam melakukan perhitungan *mass balance*, diperlukan data debit influen, spesifikasi pompa, dan kualitas lumpur tinja, dengan penjabaran sebagai berikut. Untuk diagram alir Mass Balance dapat dilihat pada lampiran A. Mass Balance debit eksisting dapat dilihat di tabel 5.4.

#### Mass Balance Kolam SSC :

Diketahui:

$$Q \text{ eksisting} = 5,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS in} = 2200 \text{ mg/L} \quad ; \text{TSS out} = 1500 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD}_5 \text{ in} = 801,86 \text{ mg/L} \quad ; \text{BOD}_5 \text{ out} = 503,60 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD in} = 3993,62 \text{ mg/L} \quad ; \text{COD out} = 2109 \text{ mg/L}$$

$$\text{NH}_3 \text{ in} = 463,68 \text{ mg/L} \quad ; \text{NH}_3 \text{ out} = 396,80 \text{ mg/L}$$

Perhitungan:

#### TSS

$$\text{Mass TSS in} = C \text{ TSS} \times Q \text{ eksisting}$$

$$= 2200 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 12,67 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass TSS out} = C \text{ TSS} \times Q \text{ eksisting}$$

$$= 1500 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 8,64 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal TSS} = ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\%$$

$$= ((2200 - 1500)/2200) \times 100\% \\ = 31,8\%$$

Lumpur:

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi solid dalam cake} &= 20\% \\ \text{Spesific gravity (sg) solid (Metcalf dan Eddy, 2003)} &= 1,03 \\ \text{kg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa cake} &= (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) / \text{Konsentrasi} \\ &\quad \text{solid dalam cake} \end{aligned}$$

$$= (12,67 \text{ kg/hari} - 8,64 \text{ kg/hari}) / 20\%$$

$$= 20,16 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{cake}} &= \text{Massa cake} / \text{sg solid} \\ &= 20,16 \text{ kg/hari} / 1,03 \text{ kg/L} \\ &= 19,57 \text{ L/hari} = 0,019 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{efluen SSC}} &= Q_{\text{eksisting}} - Q_{\text{waste}} \\ &= 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,019 \text{ m}^3/\text{hari} = 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned} \text{Mass BOD}_5 \text{ in} &= C_{\text{BOD}} \times Q_{\text{eksisting}} \\ &= 801,86 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 4,62 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mass BOD}_5 \text{ out} &= C_{\text{BOD}} \times Q_{\text{eksisting}} \\ &= 503,60 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 2,90 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BOD}_5 &= ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((801,86 - 503,60)/801,86) \times 100\% \\ &= 37,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out}) \\ &= 4,62 \text{ kg/hari} - 2,90 \text{ kg/hari} \\ &= 1,72 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

COD

$$\begin{aligned} \text{Mass COD in} &= C_{\text{COD}} \times Q_{\text{eksisting}} \\ &= 3993,62 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 23 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mass COD out} &= C_{\text{COD}} \times Q_{\text{eksisting}} \\ &= 2109 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 12,15 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((3993,62 - 2109)/3993,62) \times 100\% \\ &= 47,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 23 \text{ kg/hari} - 12,15 \text{ kg/hari} \\ &= 10,85 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

Mass NH<sub>3</sub> in = C NH<sub>3</sub> x Q eksisting  
 $= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 2,67 \text{ kg/hari}$

Mass NH<sub>3</sub> out= C NH<sub>3</sub> x Q eksisting  
 $= 396,80 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 2,29 \text{ kg/hari}$

% Removal NH<sub>3</sub>= ((NH<sub>3</sub> in – NH<sub>3</sub> out)/ NH<sub>3</sub> in) x 100%  
 $= ((463,68 – 396,80)/463,68) \times 100\%$   
 $= 14,4\%$

NH<sub>3</sub> yang tersisihkan = (Mass NH<sub>3</sub> in – Mass NH<sub>3</sub> out)  
 $= 2,67 \text{ kg/hari} – 2,29 \text{ kg/hari}$   
 $= 0,38 \text{ kg/hari}$

### **Mass Balance Kolam Anaerobik :**

#### TSS

Mass TSS in = C TSS x Q eksisting  
 $= 1500 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 8,64 \text{ kg/hari}$

Mass TSS out = C TSS x Q efluen SSC  
 $= 1176,50 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 6,75 \text{ kg/hari}$

% Removal TSS= ((TSS in – TSS out)/TSS in) x 100%  
 $= ((1500 – 1176,50)/1500) \times 100\%$   
 $= 21,6\%$

TSS yang tersisihkan = (Mass TSS in – Mass TSS out)  
 $= 8,64 \text{ kg/hari} – 6,75 \text{ kg/hari}$   
 $= 1,89 \text{ kg/hari}$

#### BOD<sub>5</sub>

Mass BOD<sub>5</sub> in = C BOD x Q eksisting  
 $= 503,60 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 2,90 \text{ kg/hari}$

Mass BOD<sub>5</sub> out= C BOD x Q efluen SSC  
 $= 399 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$   
 $= 2,29 \text{ kg/hari}$

% Removal BOD<sub>5</sub>= ((BOD<sub>5</sub> in – BOD<sub>5</sub> out)/ BOD<sub>5</sub> in) x 100%  
 $= ((503,60 – 399)/503,60) \times 100\%$   
 $= 20,8\%$

$$\begin{aligned}\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out}) \\ &= 2,90 \text{ kg/hari} - 2,29 \text{ kg/hari} \\ &= 0,61 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### COD

$$\begin{aligned}\text{Mass COD in} &= C \text{ COD} \times Q \text{ eksisting} \\ &= 2109 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 12,15 \text{ kg/hari} \\ \text{Mass COD out} &= C \text{ COD} \times Q \text{ efluen SSC} \\ &= 1212,80 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 6,96 \text{ kg/hari} \\ \% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((2109 - 1212,80) / 2109) \times 100\% \\ &= 42,5\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 12,15 \text{ kg/hari} - 6,96 \text{ kg/hari} \\ &= 5,19 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ eksisting} \\ &= 396,80 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 2,29 \text{ kg/hari} \\ \text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ efluen SSC} \\ &= 307 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 1,76 \text{ kg/hari} \\ \% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((396,80 - 307) / 396,80) \times 100\% \\ &= 22,6\% \\ \text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 2,29 \text{ kg/hari} - 1,76 \text{ kg/hari} \\ &= 0,52 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kas} &= \text{koefisien untuk kolam anaerobic yaitu} \\ &0,38\end{aligned}$$

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 0,38 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 6,75) + 2,29) / \\ &1000 \\ &= 0,005 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{lumpur} &= ((\%solid \times \rho_{solid}) + (\%air \times \rho_{air})) / 100\% \\
 &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\
 &= 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Debit lumpur} &= 0,005 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,0000046 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### **Mass Balance Kolam Fakultatif :**

#### TSS

$$\begin{aligned}
 \text{Mass TSS in} &= C_{TSS} \times Q \\
 &= 1176,50 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\
 &= 6,75 \text{ kg/hari} \\
 \text{Mass TSS out} &= C_{TSS} \times Q \\
 &= 954 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\
 &= 5,48 \text{ kg/hari} \\
 \% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100\% \\
 &= ((1176,50 - 954) / 1176,50) \times 100\% \\
 &= 18,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TSS yang tersisihkan} &= (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) \\
 &= (6,75 \text{ kg/hari} - 5,48 \text{ kg/hari}) \\
 &= 1,28 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{Mass BOD}_5 \text{ in} &= C_{BOD} \times Q \\
 &= 399 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\
 &= 2,29 \text{ kg/hari} \\
 \text{Mass BOD}_5 \text{ out} &= C_{BOD} \times Q \\
 &= 267,80 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\
 &= 1,54 \text{ kg/hari} \\
 \% \text{ Removal BOD}_5 &= ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\% \\
 &= ((399 - 267,80) / 399) \times 100\% \\
 &= 32,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out}) \\
 &= 2,29 \text{ kg/hari} - 1,54 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,75 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### COD

$$\begin{aligned}
 \text{Mass COD in} &= C_{COD} \times Q \\
 &= 1212,80 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\
 &\text{kg/mg} \\
 &= 6,96 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass COD out} &= C_{\text{COD}} \times Q \\ &= 932 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 5,35 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((1212,80 - 932) / 1212,80) \times 100\% \\ &= 23,2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 6,96 \text{ kg/hari} - 5,35 \text{ kg/hari} \\ &= 1,61 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C_{\text{NH}_3} \times Q \\ &= 307 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 1,76 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C_{\text{NH}_3} \times Q \\ &= 296 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 1,70 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((307 - 296) / 307) \times 100\% \\ &= 3,6\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 1,76 \text{ kg/hari} - 1,70 \text{ kg/hari} \\ &= 0,06 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kas} &= \text{koefisien untuk kolam fakultatif yaitu } 0,6 \\ \text{Didapatkan hasil produksi lumpur:}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 0,6 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 5,48) + 1,54) / 1000 \\ &= 0,0157 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{ solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{ air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0,0157 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000145 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### **Mass Balance Kolam Maturasi :**

#### TSS

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS in} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 954 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 5,48 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS out} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 504 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 2,89 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\% \\ &= ((954 - 504)/954) \times 100\% \\ &= 47,2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TSS yang tersisihkan} &= (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) \\ &= 5,48 \text{ kg/hari} - 2,89 \text{ kg/hari} \\ &= 2,58 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

#### BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass BOD}_5 \text{ in} &= C \text{ BOD} \times Q \\ &= 267,80 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 1,54 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass BOD}_5 \text{ out} &= C \text{ BOD} \times Q \\ &= 234 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 1,34 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal BOD}_5 &= ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out})/\text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((267,80 - 234)/267,80) \times 100\% \\ &= 12,6\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out}) \\ &= 1,54 \text{ kg/hari} - 1,34 \text{ kg/hari} \\ &= 0,19 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

#### COD

$$\begin{aligned}\text{Mass COD in} &= C \text{ COD} \times Q \\ &= 932 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 5,35 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass COD out} &= C \text{ COD} \times Q \\ &= 514,70 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 2,95 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out})/\text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((932 - 514,7)/932) \times 100\% \\ &= 44,8\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 5,35 \text{ kg/hari} - 2,95 \text{ kg/hari} \\ &= 2,40 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C \text{ NH}_3 \times Q \\ &= 296 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 1,70 \text{ kg/hari} \\ \text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C \text{ NH}_3 \times Q \\ &= 156,40 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 0,90 \text{ kg/hari} \\ \% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((296 - 156,40)/296) \times 100\% \\ &= 47,2\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 1,70 \text{ kg/hari} - 0,90 \text{ kg/hari} \\ &= 0,80 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000\end{aligned}$$

Kas = koefisien untuk kolam maturasi yaitu 1,4

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 1,4 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 2,89) + 1,34) / 1000 \\ &= 0,02 \text{ kg/hari} \\ \rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{ solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{ air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0,02 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000185 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### **Mass Balance Wetland :**

#### TSS

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS in} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 504 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 2,89 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS out} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 145 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ &= 0,83 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\% \text{ Removal TSS} = ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100\%$$

$$= ((504 - 145)/504) \times 100\% \\ = 71,2\%$$

TSS yang tersisihkan = (Mass TSS in – Mass TSS out)  
 $= 2,89 \text{ kg/hari} - 0,83 \text{ kg/hari}$   
 $= 2,06 \text{ kg/hari}$

### BOD<sub>5</sub>

Mass BOD<sub>5</sub> in = C BOD x Q

$$= 234 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 1,34 \text{ kg/hari}$$

Mass BOD<sub>5</sub> out= C BOD x Q

$$= 178 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 1,02 \text{ kg/hari}$$

% Removal BOD<sub>5</sub>= ((BOD<sub>5</sub> in – BOD<sub>5</sub> out)/ BOD<sub>5</sub> in) x 100%  
 $= ((234 - 178)/234) \times 100\%$   
 $= 23,9\%$

BOD<sub>5</sub> yang tersisihkan = (Mass BOD<sub>5</sub> in – Mass BOD<sub>5</sub> out)  
 $= 1,34 \text{ kg/hari} - 1,02 \text{ kg/hari}$   
 $= 0,32 \text{ kg/hari}$

### COD

Mass COD in = C COD x Q

$$= 514,70 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 2,95 \text{ kg/hari}$$

Mass COD out= C COD x Q

$$= 338 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 1,94 \text{ kg/hari}$$

% Removal COD= ((COD in – COD out)/ COD in) x 100%  
 $= ((514,70 - 338)/514,70) \times 100\%$   
 $= 34,3\%$

COD yang tersisihkan = (Mass COD in – Mass COD out)  
 $= 2,95 \text{ kg/hari} - 1,94 \text{ kg/hari}$   
 $= 1,01 \text{ kg/hari}$

### NH<sub>3</sub>

Mass NH<sub>3</sub> in = C NH<sub>3</sub> x Q

$$= 156,40 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg} \\ = 0,90 \text{ kg/hari}$$

Mass NH<sub>3</sub> out= C NH<sub>3</sub> x Q

$$= 93 \text{ mg/L} \times 5,74 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$$

$$= 0,53 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal NH}_3 = ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\%$$

$$= ((156,40 - 93) / 156,40) \times 100\%$$

$$= 40,5\%$$

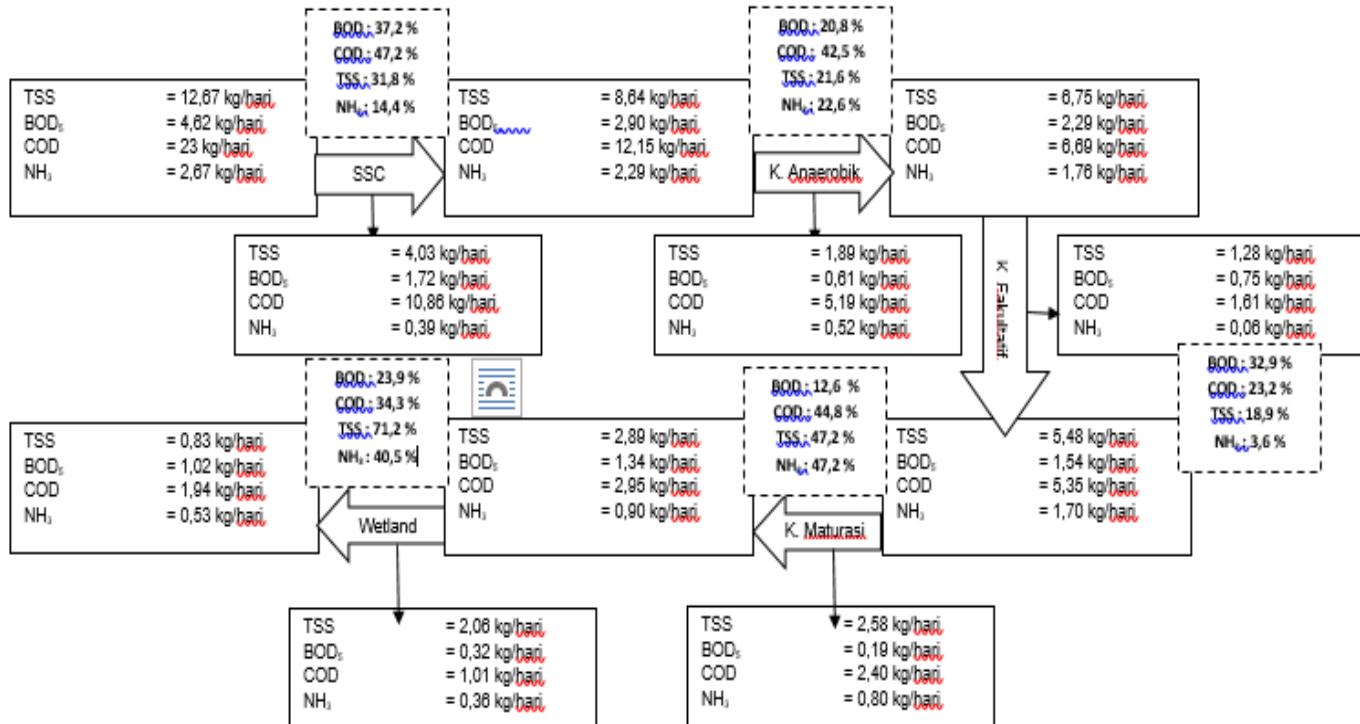
$$\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} = (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out})$$

$$= 0,90 \text{ kg/hari} - 0,53 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,36 \text{ kg/hari}$$

**Tabel 5. 4 Mass Balance Debit Eksisting (5,76m<sup>3</sup>)**

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Anaerobik		Kolam Fakultatif		Kolam Maturasi		Wetland	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
<b>TSS</b>	kg/hari	12,67	8,64	8,64	6,75	6,75	5,48	5,48	2,89	2,89	0,83
<b>BOD5</b>	kg/hari	4,62	2,90	2,90	2,29	2,29	1,54	1,54	1,34	1,34	1,02
<b>COD</b>	kg/hari	23,00	12,15	12,15	6,96	6,96	5,35	5,35	2,95	2,95	1,94
<b>Amoniak</b>	kg/hari	2,67	2,29	2,29	1,76	1,76	1,70	1,70	0,90	0,90	0,53



Gambar 5. 2 Mass Balance Eksisting

## **5.2 Evaluasi Kinerja Unit Bangunan Pengolahan**

**Evaluasi** dapat diartikan sebagai proses pengukuran akan efektivitas strategi yang digunakan dalam upaya mencapai tujuan yang diharapkan. IPLT Betoyoguci memerlukan evaluasi kinerja di tiap unitnya dikarenakan masih belum mampu untuk memenuhi parameter beban tercemar yang masuk, tidak sesuai baku mutu yang diharapkan.

### **5.2.1 Analisis Kinerja Bak Inlet**

Lumpur tinja dari truk penyedotan tinja dari tangki septic warga sebelum diolah dalam unit pengolahan inti, dimasukkan dahulu dalam bak Inlet. Disini lumpur tinja yang masih segar dialirkan ke dalam Inlet yang dilengkapi dengan Bar Screen untuk menapis limbah lumpur tinja dari sampah atau padatan berukuran besar agar tidak ikut masuk dalam bak pengolah. Dari Bak inlet ini lumpur tinja sebelum akhirnya masuk dalam SSC dan bangunan kolam IPLT. Bak inlet ini dapat digunakan bila ujung pipa saluran air buangan tidak terlalu dalam.

Bak inlet ini akan menampung lumpur tinja awal kedatangan dari truk sedot tinja. Bak inlet dilengkapi bar screen yang dipasang membentuk sudut miring  $60^\circ$  dari dinding bak. Bak Inlet ini dipasang di masing-masing Kolam SSC dan berhubungan dengan dinding perforated. (gambar detail terlampir)

#### **Unit Saringan,**

Tipe Perforated Screen,

Jarak bukaan 20 mm openings

Dimensi : panjang = 1,5 m, lebar = 1,5 m dan tinggi total 1 m

Jumlah bar screen = 20 buah

#### **Direncanakan :**

Sumur pengumpul  
berbentuk rectangular

Sumur pengumpul = 4,0 buah

Waktu detensi, td = 30,0 menit = 0,02 hari

Kedalaman, h = 1,0 m

$$\text{Rasio p / L} = 1,0$$

Perhitungan :

$$Q \text{ sumur} = 45,0 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ sumur} = 11,3 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume sumur, vol} = 0,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas perm.sumur, As} = 0,2 \text{ m}^2$$

$$P=2L, \text{lebar (L)} = 0,3 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{panjang total (P)} = 1,4 \text{ m} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{freeboard(f)} = 0,5 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{array}{lllll} \text{kedalaman} & \text{total} & = & 0,5 & \text{m} \\ (\text{Htot}) & & & & = 1,0 \text{ m} \end{array}$$

### 5.2.2 Analisis Kinerja Sludge Separated Chamber (SSC)

Sludge Separated Chamber (SSC) pada dasarnya adalah sistem pemisahan cairan dan padatan yang terkandung dalam lumpur tinja yang disempurnakan. SSC ini berfungsi untuk memisahkan zat padat yang dapat mengendap dengan cairan yang terdapat dalam lumpur tinja yang terdiri atas cairan yang tercampur dalam lumpur tinja dan cairan yang merembes ke bagian bawah reaktor. Cairan yang dibagian atas akan teruapkan atau mengalami evaporasi. Sedangkan cairan yang merembes akan ke bagian bawah bak SSC dan nantinya akan dialirkan ke kolam stabilisasi untuk mengalami pengolahan biologis. Reaktor SSC yang direncanakan terdiri atas 4 bak. Masing-masing bak dilengkapi baffle atau sekat perforasi horisontal yang terbuat dari bahan beton. Sekat dibuat berlubang dengan tujuan memeratakan aliran lumpur tinja yang masuk dan sebelumnya disaring menggunakan bar screen. Bagian tampungan bawah pada Reaktor SSC ini diberi pipa underdrain berfungsi untuk menampung cairan yang telah terpisah dari lumpur tinja. Bentuk dasar reaktor berbentuk seperti prisma trapesium dengan rasio kemiringan 2%, untuk memudahkan terkumpulnya cairan supernatan pada pipa underdrain. Dimana menggunakan 4 bak penampung lumpur. Masing-masing bak dilengkapi satu inlet yang dilengkapi bar screen. Didalam SSC terjadi pemisahan padatan dan

supernatant lumpur tinja. Dimana supernatant dapat terpisah dari lumpur di bagian atas dan bawah yang kemudian ditampung dalam bak pengumpul sebelum akhirnya dia lirkan dan diolah dalam Kolam stabilisasi berikutnya.

Bagian bawah unit SSC dilengkapi dengan bantalan kerikil yang berfungsi sebagai penahan lumpur yang terendapkan sehingga supernatannya juga dapat terpisah melalui pipa orifice underdrain yang akhirnya juga menuju bak pengumpul untuk selanjutnya diolah dalam kolam stabilisasi. Sementara padatannya dimasukkan dalam unit Sludge Drying Bed atau bak pengering lumpur. Beberapa parameter kinerja yang dikaji untuk menentukan efektifitas kinerja *solid separation chamber*, yaitu:

1. Ketinggian lumpur tinja di atas pasir
2. Durasi pengeringan lumpur
3. Penentuan SSC yang dioperasikan
4. Durasi pengisian lumpur tinja

## **PERHITUNGAN PERENCANAAN**

### **Kriteria Desain :**

- Karakteristik  
 $Q = 45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Direncanakan
  - Lama waktu pengeringan : 5 hari
  - Pengangkutan lumpur : 15 hari
  - Laju penimbunan lumpur : 20%
  - Volume lumpur :  $45 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\% = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$

Bila pengisian untuk 1 bak adalah 5 hari maka waktu yang diperlukan agar bak pertama dapat beroperasi kembali adalah

$$\begin{aligned} &= \text{lama pengeringan} + \text{lama pengangkutan lumpur} + \text{lama} \\ &\quad \text{pengisian bak} \\ &= 5 \text{ hari} + 5 \text{ hari} + 5 \text{ hari} \\ &= 15 \text{ hari} \end{aligned}$$

### **Alur pengisian bak**

Hari 1

- Influen lumpur tinja :  $45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Volume lumpur :  $20\% \times 45 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 1: 9 m<sup>3</sup>

Hari 2

- Influen lumpur tinja : 45 m<sup>3</sup>/hari
- Volume lumpur : 20 % X 45 m<sup>3</sup>/hari = 9 m<sup>3</sup>/hari
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 2:

$$9 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 18 \text{ m}^3$$

Hari 3

- Influen lumpur tinja : 45 m<sup>3</sup>/hari
- Volume lumpur : 20 % X 45 m<sup>3</sup>/hari
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 3 :

$$18 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 27 \text{ m}^3$$

Hari 4

- Influen lumpur tinja : 45 m<sup>3</sup>/hari
- Volume lumpur : 20 % X 45 m<sup>3</sup>/hari = 9 m<sup>3</sup>/hari
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 3 :

$$27 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 36 \text{ m}^3$$

Volume penampung lumpur di bak adalah 36 m<sup>3</sup>

Maka berdasarkan volume penampungan lumpur di bak maka dimensi bak SSC adalah:

#### 1. Kriteria desain

- Bak SSC berbentuk rectangular, terdiri atas 4 unit
- Waktu detensi : 7-10 hari
- Kedalaman : 1-5 m
- Panjang : 10-91 m
- Lebar : 3-24 m
- Removal TSS = 80%
- Removal BOD = 80%
- Removal COD = 80%

**Direncanakan :**

- Q influen = 45 m<sup>3</sup>/hari
- Jumlah bak = 4 unit
- Waktu detensi = 4 hari
- Volume = 45 m<sup>3</sup>hari x 4 hari = 180 m<sup>3</sup>
- Kedalaman = 2,2 m
- Luas permukaan bak = 80 m<sup>2</sup>

- Panjang bak = 10 m
- Lebar bak = 8 m
- Kedalaman 0,5 m
- Ketebalan kerikil 40 cm

**Dimensi Sludge Separated Chamber (SSC) adalah :**

- Panjang bak : 10 m
- Lebar : 8 m
- Tinggi efektif : 1,5 m
- Tinggi total : 2,2 m

Free board : 0.7 m

Lebar R. Supernatan : 1 m

Ruang supernatan : 0.5 m

Media saring : 0.5 m

**a. Perhitungan kualitas efluen dari Sludge Separation Chamber (SSC)**

Berdasarkan karakteristik lumpur tinja Kabupaten Gresik (sesuai Hasil Laboratorium, PJT I, KAN)

- BOD influen = 6000 mg/L
- COD influen = 13790 mg/L
- TSS influen = 10420 mg/L
- E.coli = 265 MPN/100 ml
- Removal efisiensi = 80%
- Beban influen lumpur tinja =

Debit = 45 m<sup>3</sup>/hari

BOD = 270 kg/hari

COD = 620,55 kg/hari

TSS = 468,9 kg/hari

Karakteristik efluen limbah cair yang keluar dari SSC

BOD efluen = 1200 mg/l

COD efluen = 2758 mg/l

TSS efluen = 2084 mg/l

- Beban Efluen lumpur tinja :

BOD = 54 kg/hari

COD = 124,11 kg/hari

TSS = 93,78 kg/hari

**• Removal E. Coli di Sludge Separation Chamber**

- $K_b = 2,6 (1,19)^{25-20}$  = 6,2 /hari
  - $T_d$  = 3,5 jam = 0,15 hari
- = 210 menit
- $N_e = N_i / (1 + k_b * t_d)$  = 139, 12 MPN/100 ml
- = 48 % removal E. Coli  
= 0,054 MPN/ml  
= 5,4 MPN/100 ml

Jadi sisa E.Coli dalam efluen Kolam SSC adalah sebanyak 5,4 MPN/100 ml.

## **PERHITUNGAN EKSISTING**

### **Kriteria Desain :**

- Karakteristik  
 $Q = 5,76 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Direncanakan  
Pengisian : 5 hari  
Lama waktu pengeringan : 10 hari  
Pengangkutan lumpur : 1 hari  
Laju penimbunan lumpur : 20%  
Volume lumpur :  $5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\% = 1,2 \text{ m}^3/\text{hari}$

Bila pengisian untuk 1 bak adalah 5 hari maka waktu yang diperlukan agar bak pertama dapat beroperasi kembali adalah

$$= \text{lama pengeringan} + \text{lama pengangkutan lumpur} + \text{lama pengisian bak}$$

$$= 10 \text{ hari} + 1 \text{ hari} + 5 \text{ hari}$$

$$= 16 \text{ hari}$$

### **Alur pengisian bak**

Hari 1

- Influen lumpur tinja : 45 m<sup>3</sup>/hari
- Volume lumpur :  $20 \% \times 45 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 1: 9 m<sup>3</sup>

Hari 2

- Influen lumpur tinja : 45 m<sup>3</sup>/hari
- Volume lumpur :  $20 \% \times 45 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 2:  
 $9 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 18 \text{ m}^3$

Hari 3

- Influen lumpur tinja :  $45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Volume lumpur :  $20 \% \times 45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 3 :

$$18 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 27 \text{ m}^3$$

Hari 4

- Influen lumpur tinja :  $45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Volume lumpur :  $20 \% \times 45 \text{ m}^3/\text{hari} = 9 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Total lumpur di bak pemisah lumpur pada hari 3 :

$$27 \text{ m}^3 + 9 \text{ m}^3 = 36 \text{ m}^3$$

Volume penampung lumpur di bak adalah  $36 \text{ m}^3$

Maka berdasarkan volume penampungan lumpur di bak maka dimensi bak SSC adalah:

2. Kriteria desain

- Bak SSC berbentuk rectangular, terdiri atas 4 unit
- Waktu detensi : 7-10 hari
- Kedalaman : 1-5 m
- Panjang : 10-91 m
- Lebar : 3-24 m
- Removal TSS = 80%
- Removal BOD = 80%
- Removal COD = 80%

Direncanakan :

- $Q \text{ influen} = 45 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Jumlah bak = 4 unit
- Waktu detensi = 4 hari
- Volume =  $45 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4 \text{ hari} = 180 \text{ m}^3$
- Kedalaman = 2,2 m
- Luas permukaan bak = 80 m<sup>2</sup>
- Panjang bak = 10 m
- Lebar bak = 8 m
- Kedalaman 0,5 m
- Ketebalan kerikil 40 cm

**Dimensi Sludge Separated Chamber (SSC) adalah :**

- Panjang bak : 10 m
- Lebar : 8 m
- Tinggi efektif : 1,5 m
- Tinggi total : 2,2 m

Free board : 0.7 m

Lebar R. Supernatan : 1 m

Ruang supernatan : 0.5 m

Media saring : 0.5 m

**b. Perhitungan kualitas efluen dari Sludge Separation Chamber (SSC)**

Berdasarkan karakteristik lumpur tinja Kabupaten Gresik (sesuai Hasil Laboratorium, PJT I, KAN)

- BOD influen = 6000 mg/L
- COD influen = 13790 mg/L
- TSS influen = 10420 mg/L
- E.coli = 265 MPN/100 ml
- Removal efisiensi = 80%
- Beban influen lumpur tinja =

Debit = 45 m<sup>3</sup>/hari

BOD = 270 kg/hari

COD = 620,55 kg/hari

TSS = 468,9 kg/hari

Karakteristik efluen limbah cair yang keluar dari SSC

BOD efluen = 1200 mg/l

COD efluen = 2758 mg/l

TSS efluen = 2084 mg/l

- Beban Efluen lumpur tinja :

BOD = 54 kg/hari

COD = 124,11 kg/hari

TSS = 93,78 kg/hari

**• Removal E. Coli di Sludge Separation Chamber**

- $K_b = 2,6 (1,19)^{25-20} = 6,2 / \text{hari}$

- $T_d = 3,5 \text{ jam} = 0,15 \text{ hari}$

= 210 menit

- $N_e = N_i / (1 + k_b * t_d) = 139,12 \text{ MPN}/100 \text{ ml}$

= 48 % removal E. Coli

= 0,054 MPN/ml

= 5,4 MPN/100 ml

Jadi sisa E.Coli dalam efluen Kolam SSC adalah sebanyak 5,4 MPN/100 ml.

Hasil analisis data terkait kinerja unit SSC berdasarkan kriteria desain dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5. 5 Hasil Analisis Kinerja SSC**

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain*	Kesimpulan
Tebal lapisan pasir	cm	-	20 - 30	Revitalisasi
Tebal lapisan kerikil	cm	30	20 - 30	Tetap
H lumpur tinja di atas pasir	cm	20	30 - 50	Revitalisasi
Durasi pengeringan lumpur	hari	12	5 – 12	Tetap
Jumlah SSC yang dioperasikan unit	4 dari 4	-		Tetap
Durasi pengisian lumpur tinja tiap SSC	hari	10	Menye suaikan	Revitalisasi

Berdasarkan tabel 5.5 di atas, maka kesimpulan berupa revitalisasi ditinjau lebih lanjut untuk dihasilkan rekomendasi yang beracuan pada kriteria desain. Berikut adalah penjelasan lengkap terkait parameter kinerja SSC:

### **1. Ketinggian Lumpur Tinja di Atas Pasir**

Ketinggian lumpur tinja di atas pasir pada kondisi eksisting adalah 20 cm, kurang dari nilai *range* kriteria desain yang adalah 30 – 50 cm. Ketinggian lumpur tinja yang telalu rendah memungkinkan untuk kinerja SSC tidak baik karena dapat mempengaruhi waktu pengisian bak satu dengan yang lainnya, yang berdampak kepada penjadwalan yang tidak teratur. Sehingga ketinggian lumpur tinja di atas pasir haruslah ditambah, yang dalam hal ini direkomendasikan sesuai kriteria desain yang ada untuk proses kinerja SSC menjadi baik. Pengisian lumpur tinja di kondisi eksisting adalah 10 hari, dengan debit yang sangat sedikit, waktu pengisian terlalu lama, oleh karena itu upaya yang

harus dilakukan adalah menambahkan debit masuk lumpur tinja dengan pengisian bak ideal 5 hari.

## **2. Durasi Pengeringan Lumpur**

Durasi waktu pengeringan lumpur berkaitan erat dengan penentuan SCC yang dioperasikan dan durasi pengisian lumpur tinja. Berdasarkan kondisi eksisting, durasi pengeringan lumpur disesuaikan dengan kondisi cuaca yang ada, yakni adalah 10 - 12 hari untuk ketinggian 20 cm, dan 5 – 7 hari untuk ketinggian 10 cm , yang memiliki nilai tetap dari *range* kriteria desain sebesar 5 – 12 hari,

## **3. Penentuan SSC yang Dioperasikan**

Berdasarkan kondisi eksisting, SCC yang dioperasikan berjumlah 4 unit dari 4 unit SCC yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwasanya penggunaan sudah sesuai kriteria desain yang ada.

## **4. Durasi Pengisian Lumpur Tinja**

Berdasarkan kondisi eksisting, durasi pengisian lumpur tinja selama 10 hari untuk 1 unit SCC sehingga durasi pengisian lumpur tinja total adalah 40 hari untuk 4 unit SCC. Hal ini tidak wajar, karena itu perlu adanya penjadwalan yang baru untuk memperbaiki sistem pengisian. Penjadwalan dapat dilihat pada lampiran B.

Kesimpulan rekomendasi untuk peningkatan kinerja unit SSC dapat dilihat pada tabel 5.6.

**Tabel 5. 6 Rekomendasi Kinerja SSC**

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain*	Kesimpulan	Rekomendasi
Tebal lapisan pasir	cm	-	20 - 30	Revitalisasi	20
Tebal lapisan kerikil	cm	30	20 - 30	Revitalisasi	20
H lumpur tinja di	cm	20	30 - 50	Revitalisasi	

atas pasir				50
Durasi pengeringan lumpur	hari	12	5 – 12	Revitalisasi 10
Jumlah SSC yang unit dioperasikan	4 dari 4	-	Tetap	-
Durasi pengisian lumpur tinja tiap SSC	hari	10	5	Revitalisasi 5

### 5.2.3 Analisis Kinerja Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik dirancang dengan kedalaman (2-4) m. Pada kedalaman ini akan terbentuk kondisi anaerob dan mampu menyimpan lumpur hingga akumulasi (30-40) L/orang/tahun. Waktu detensi menyesuaikan dengan temperatur di lokasi pembangunan IPLT. Waktu detensi tidak disarankan terlalu lama karena akan merubah kolam anaerobik menjadi kolam fakultatif. Kolam berbentuk persegi panjang dengan rasio panjang banding lebar sebesar (2-4):1. Kolam anaerobik umumnya diaplikasikan 2 (dua) unit kolam yang dibuat paralel atau seri sehingga dapat mengantisipasi jika salah satu kolam berhenti beroperasi untuk perawatan. Kolam diberi talud sebesar 1:3 untuk memudahkan perawatan kolam. Kolam anaerobik lebih dalam daripada kolam fakultatif dan maturasi dengan tujuan untuk membentuk dan mempertahankan kondisi anaerobik bagi proses degradasi oleh mikroba yang terjadi didalamnya. Kolam anaerobik merupakan bagian dari kolam stabilisasi pertama akan mengolah air limbah yang berasal dari SSC.

## ANALISA KOLAM ANAEROBIK DEBIT PERENCANAAN (45 M<sup>3</sup>)

### Data perencanaan :

- Debit influen =  $45 \text{ m}^3/\text{hari} - 9 \text{ m}^3/\text{hari} = 36 \text{ m}^3/\text{hari}$
- BOD influen = 1200 mg/L
- COD influen = 2758 mg/L
- E. Coli = 5,4 MPN/100 ml
- TSS influen = 2084 mg/L
- Beban Influen Organik

BOD	=	43,2	kg/hari
COD	=	99,288	kg/hari
TSS	=	75,024	kg/hari

#### Direncanakan :

- Kedalaman kolam = 2 m
- Beban BOD volumetrik = 350 gr/m<sup>3</sup> hari

#### Perhitungan dimensi Kolam Anaerobik

Diketahui

- Debit limbah = 36 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu detensi kolam = 2 hari
- Volume kolam = 72 m<sup>3</sup>
- Rasio P : L = 2

#### Cek td

$$\begin{aligned} Td &= (A \times H)/Q \\ &= 72/36 \\ &= 2 \text{ hari (OK)} \end{aligned}$$

#### Cek $\lambda v$

Beban BOD dalam volumetrik ( $\lambda v$ ) = Li / td

$$\begin{aligned} \lambda v &= 1200 \text{ mg/L : 3 hari} = 350 \text{ gr/m}^3 \text{ hari (OK)} \\ &\bullet \text{ volume kolam} = A \times h = 20 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m} = 72 \text{ m}^3 \\ &\bullet \text{ jika } P = 2L \\ &\bullet L^2 = \text{Volume} / 2h = 80 / 2 \text{ (2m)} = 36 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Storasi

#### I lumpur Kolam Anaerobik

##### TSS dari biosolid:

koefisien yield TSS	=	0,1	Kg TSS/Kg COD
Beban COD	=	124,11	kg/hari
TSS yang terbentuk	=	12,411	Kg TSS

##### TSS influen:

beban TSS influen	=	93,78	kg TSS
Koefisien TSS	=	0,4	Kg TSS / Kg TSS influen
Produksi TSS	=	37,512	kg TSS
Total akumulasi TSS	=	49,923	kg TSS

volume lumpur yang terbentuk bila konsentrasi maks 100 Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Volume total} = 0,49923 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kedalaman lumpur	=	0,52003	m
	=	0,5	m
<i>Waktu pengurasan</i>	=	1	bulan
	=	30	hari
ruang lumpur	=	14,9769	m3
luas ruang lumpur	=	29,9538	m2
	=	30	m <sup>2</sup>

Dimensi Kolam Anaerobik sebagai berikut :

Luas	=	36,0	m <sup>2</sup>
kedalaman	=	2,0	m
P = 2L, Lebar (L)	=	4,2	m = 5 m
Panjang	=	8,5	m = 10 m
freeboard	=	0,5	m
Kedalaman Total	=	2,5	m

### Perhitungan Kualitas efluen

#### Penyisihan E. Coli

- Kb = 2,6 (1,19)<sup>25-20</sup> = 6,2 /hari
- Ne = Ni / (1 + Kb \* td)  
= 5,4 MPN/100 ml/(1 + 6,2 hr<sup>-1</sup>\* 4 hari)  
= 5,18 MPN/100 ml

#### % penyisihan E. Coli =

$$= (139,12 \text{ MPN}/100 \text{ ml} - 5,39 \text{ MPN}/100 \text{ ml}) / 139,12 \text{ MPN}/100 \text{ ml} \\ \times 100\% \\ = 96,5\%$$

#### **Kualitas efluen Kolam Anaerobik**

BOD	=	240	mg/l
COD	=	551,6	mg/l
TSS	=	416,8	mg/l
BOD	=	8,64	kg/hari
COD	=	19,8576	kg/hari
TSS	=	15,0048	kg/hari

### **ANALISA KOLAM ANAEROBIK DEBIT EKSISTING (5.76 M<sup>3</sup>)**

**Diketahui:**

- Debit eksisting =  $5.76 \text{ m}^3/\text{hari}$
- BOD in =  $503.6 \text{ mg/L}$
- COD in =  $2109 \text{ mg/L}$
- TSS in =  $1500 \text{ mg/L}$
- BOD out =  $399 \text{ mg/L}$
- COD out =  $1212.8 \text{ mg/L}$
- TSS out =  $1176.5 \text{ mg/L}$
- Beban Organik Kolam
  - BOD =  $2.9 \text{ kg/hari}$
  - COD =  $12.15 \text{ kg/hari}$
  - TSS =  $8.64 \text{ kg/hari}$
- Beban yang tersisihkan
  - BOD =  $0,61 \text{ kg/hari}$
  - COD =  $5,19 \text{ kg/hari}$
  - TSS =  $1,89 \text{ kg/hari}$

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000\end{aligned}$$

Kas = koefisien untuk kolam anaerobic yaitu 0,38

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 0,38 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 6,75) + 2,29) / \\ &1000 \\ &= 0,005 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0,005 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000046 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

**Cek td**

Waktu detensi pada kolam anaerobic :

$$td_a = \frac{V_a}{Q} = \frac{100 \text{ m}^3}{5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 17.36$$

**Cek OLR Eks**

$$OLR_a = \frac{Li \times Q}{Va} = \frac{503,6 \frac{mg}{L} \times 5,76 \frac{m^3}{hari}}{100 m^3} = 30 \text{ g/m}^3.\text{hari}$$

### Cek OLR Max

$$OLR_a = \frac{Li \times Q}{Va} = \frac{503,6 \frac{mg}{L} \times 45 \frac{m^3}{hari}}{100 m^3} = 200 \text{ g/m}^3.\text{hari}$$

### Efisiensi Penyisihan

$$\text{Efisiensi penyisihan BOD} = \frac{Li BOD - Lo BOD}{Li BOD} \times 100 \%$$

$$= \frac{503,6 \frac{mg}{L} - 399 \frac{mg}{L}}{503,6 \frac{mg}{L}} = \dots$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BOD}_5 &= ((BOD_5 \text{ in} - BOD_5 \text{ out}) / BOD_5 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((503,60 - 399) / 503,60) \times 100\% \\ &= 20,8\% \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan COD} = \frac{Li COD - Lo COD}{Li COD} \times 100 \%$$

$$= \frac{2109 \frac{mg}{L} - 1212,8 \frac{mg}{L}}{2109 \frac{mg}{L}} = \dots$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal COD} &= ((COD \text{ in} - COD \text{ out}) / COD \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((2109 - 1212,80) / 2109) \times 100\% \\ &= 42,5\% \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan TSS} = \frac{Li TSS - Lo TSS}{Li TSS} \times 100 \%$$

$$= \frac{1500 \frac{mg}{L} - 1176,5 \frac{mg}{L}}{1500 \frac{mg}{L}} = \dots$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal TSS} &= ((TSS \text{ in} - TSS \text{ out}) / TSS \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((1500 - 1176,50) / 1500) \times 100\% \\ &= 21,6\% \end{aligned}$$

**Tabel 5. 7 Komparasi Kolam Anaerobik Debit Eksisting dengan Debit Maksimum**

Parameter	Satuan	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Maksimum	Kriteria Desain	Kesimpulan
td	hari	17.36	2	20 – 50	Belum Memenuhi
OLR	g/m <sup>3</sup> .hari	30	200	40 - 300	Belum Memenuhi
<b>%Penyisihan BOD</b>	<b>%</b>	<b>20.8</b>	<b>80</b>	<b>50 - 85</b>	<b>Belum Memenuhi</b>
<b>Kedalaman</b>	<b>meter</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2 – 5</b>	<b>Memenuhi</b>

#### **5.2.4 Analisis Kinerja Kolam Fakultatif**

Kolam fakultatif biasanya menerima limbah segar yang telah mengalami pengolahan dari tangki septic anaerobik. Istilah fakultatif menunjuk gabungan kondisi aerobik dan anaerobik. Dimana kondisi aerobik terdapat di lapisan atas, dan kondisi anaerobik terdapat di lapisan bawah/dasar kolam. Kedalaman kolam 1-2 m. Kolam fakultatif mampu mengolah limbah dengan beban BOD berkisar antara (40-60) gr/m<sup>3</sup>. Efektifitas kolam bergantung pada lamanya limbah tinggal didalam kolam (waktu detensi) yang biasanya berkisar antara (7-50) hari. Dengan waktu detensi tersebut, maka efisiensi penyisihan BOD dapat mencapai (70-90)% dan dapat pula menurunkan konsentrasi coliform sebesar (60-99)% (Mara, 1975). Kolam fakultatif dirancang berdasarkan beban BOD maksimum per-unit luas sehingga kolam memiliki zona aerobik dan anaerobik. Penentuan beban BOD ini menjadi sangat penting karena akan menentukan kecepatan pembentukan lumpur di dalam kolam yang selanjutnya akan mempengaruhi stratifikasi kolam menjadi zona aerobik dan anaerobik.

Kedalaman kolam fakultatif berkisar antara (0,9-2,4) m. Kedalaman ini masih dapat mendukung pertumbuhan algae dan juga cukup dalam untuk mendapatkan kondisi anaerobik pada bagian dasar kolam. Kedalaman kolam arus tetap dipertahankan

untuk menghindari terjadinya penguapan yang akan mengganggu stratifikasi zona yang ada juga mencegah bau. Rasio panjang dan lebar adalah (2-4):1. Istilah fakultatif merujuk pada gabungan kondisi aerob dan anaerobik. Kondisi aerobik dipelihara dalam lapisan lebih atas sedangkan kondisi anaerobik terjadi pada lapisan paling bawah. Sebagian dari kebutuhan oksigen untuk menjaga lapisan atas tetap aerobik berasal dari aerasi melewati permukaan air, sebagian lagi berasal dari aktifitas fotosintetik ganggang yang tumbuh secara alami dalam kolam.

## **ANALISA KOLAM FAKULTATIF DEBIT PERENCANAAN (45 M<sup>3</sup>)**

### **Data perencanaan**

• Debit influen	= 36 m <sup>3</sup> /hari
• T	= 25°C
Debit Influen	= 27,00 m <sup>3</sup> /hari
BOD Influen	= 240 mg/l
COD influen	= 551,6 mg/l
TSS influen	= 416,8 mg/l
E. Coli	= 5,18 MPN/100 ml

### **Direncanakan :**

- Kedalaman kolam	= 2 m
- % penyisihan BOD	= 80 %
- Waktu detensi	= 7 hari
- Volume Kolam	= 201,6 m <sup>3</sup>
- Rasio P:L	= 2
- Kedalaman total	= 2,5 m
- Luas Permukaan	= 100,8 m <sup>2</sup>
- Lebar	= 7 m
- Panjang	= 14 m

Untuk bagian outlet dipakai pipa berukuran 100 mm menuju ke kolam maturasi. Sedangkan bagian inlet terdiri dari pipa pembawa dan pembagi yang telah dilubangi dengan diameter 100 mm untuk membagi aliran debit yang masuk.

## **Perhitungan kualitas efluen**

### ***Perhitungan Storasi lumpur Kolam Fakultatif***

#### **TSS dari biosolid:**

Koefisien yield TSS = 0,1 Kg TSS/Kg COD

Beban COD = 19,8576 kg/hari

TSS yang terbentuk = 1,98576 kg TSS

#### **TSS influen:**

Beban TSS influen = 15,0048 kg TSS/hari

Koefisien TSS = 0,4 Kg TSS / Kg TSS influen

Produksi TSS = 6,00192 kg/hari

*volume lumpur yang terbentuk bila konsentrasi maks 100 Kg/m<sup>3</sup>*

Volume total = 0,06002 m<sup>3</sup>/hari

Karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan di Kolam Fakultatif yaitu :

#### **INFLUEN**

BOD = 240 mg/l

COD = 551,6 mg/l

TSS = 416,8 mg/l

E.coli = 5,17 MPN/100 ml

#### **Beban organik influen adalah :**

BOD = 8,64 Kg/hari

COD = 19,8576 Kg/hari

TSS = 15,0048 Kg/hari

BOD = 36 mg/l

COD = 82,74 mg/l

TSS = 62,52 mg/l

E. Coli efluen = 0,057283 MPN/100 ml

Karakteristik efluen dari kolam fakultatif :

#### **Beban organik efluen :**

BOD = 48 mg/l

COD = 110,32 mg/l

TSS = 83,36 mg/l

### Beban Organik Efluen

BOD = 1,3824 Kg/hari

COD = 3,177216 Kg/hari

TSS = 2,400768 Kg/hari

### Kandungan E. Coli dalam efluen Kolam Fakultatif :

- Ne = Ni / (1 + kb \* td) = 0,116739779 MPN/100 ml
- % removal = 98%

### **ANALISA KOLAM FAKULTATIF DEBIT EKSISTING (5.76 M<sup>3</sup>)**

#### Diketahui:

- Debit eksisting = 5.76 m<sup>3</sup>/hari
- BOD in = 399 mg/L
- COD in = 1212.8 mg/L
- TSS in = 1176.5 mg/L
- BOD out = 267.8 mg/L
- COD out = 932 mg/L
- TSS out = 954 mg/L
- Beban Organik Kolam
  - BOD = 2.29 kg/hari
  - COD = 6.69 kg/hari
  - TSS = 6.75 kg/hari
- Beban yang tersisihkan
  - BOD = 0,75 kg/hari
  - COD = 1,61 kg/hari
  - TSS = 1,28 kg/hari

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

Produksi lumpur = Kas (1,7 x Mass TVS yang tersisihkan + 4,5 x Mass TSS yang tersisihkan + Mass BOD yang tersisihkan) / 1000

Kas = koefisien untuk kolam fakultatif yaitu 0,6

Didapatkan hasil produksi lumpur:

Produksi lumpur = 0,6 ((1,7 x 0) + (4,5 x 5,48) + 1,54) / 1000  
= 0,0157 kg/hari

$$\begin{aligned}\rho_{lumpur} &= ((\%solid \times \rho_{solid}) + (\%air \times \rho_{air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0,0157 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000145 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### Cek td

Waktu detensi pada kolam fakultatif :

$$td_f = \frac{V_f}{Q} = \frac{201.6 \text{ m}^3}{5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 35 \text{ hari}$$

### Cek OLR Eks

$$OLR_f = \frac{Li \text{ BOD} \times Q}{V_f} = \frac{399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{100.8 \text{ m}^3} = 22.8 \text{ g/m}^3.\text{hari}$$

### Cek OLR Max

$$OLR_f = \frac{Li \text{ BOD} \times Q}{V_f} = \frac{399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{100.8 \text{ m}^3} = 178 \text{ g/m}^3.\text{hari}$$

### Efisiensi Penyisihan

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penyisihan BOD} &= \frac{Li \text{ BOD} - Lo \text{ BOD}}{Li \text{ BOD}} \times 100 \% \\ &= \frac{399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 267.8 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{399 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} = \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal BOD}_5 &= ((BOD_5 \text{ in} - BOD_5 \text{ out}) / BOD_5 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((399 - 267,80) / 399) \times 100\% \\ &= 32,9\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penyisihan COD} &= \frac{Li \text{ COD} - Lo \text{ COD}}{Li \text{ COD}} \times 100 \% \\ &= \frac{1212.8 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 932 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{1212.8 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} = \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((COD \text{ in} - COD \text{ out}) / COD \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((1212,80 - 932) / 1212,80) \times 100\% \\ &= 23,2\%\end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan TSS} = \frac{Li \text{ TSS} - Lo \text{ TSS}}{Li \text{ TSS}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1176,5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 954 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{1176,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\% \\ &= ((1176,50 - 954)/1176,50) \times 100\% \\ &= 18,9\%\end{aligned}$$

**Tabel 5. 8 Komparasi Kolam Fakultatif Debit Eksisting dengan Debit Maksimum**

Parameter	Satuan	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Maksimum	Kriteria Desain	Kesimpulan
<b>td</b>	hari	35	7	5 – 30	Belum Memenuhi
<b>OLR</b>	g/m <sup>3</sup> .hari	22,8	178	100 - 400	Belum Memenuhi
<b>%Penyisihan BOD</b>	%	32,9	80	60 - 80	Belum Memenuhi
<b>Kedalaman</b>	meter	2	2	1 – 1,5	Memenuhi

### 5.2.5 Analisis Kinerja Kolam Maturasi

Kolam maturasi berbentuk kolam penampung dengan perbandingan panjang dan lebar (2-4):1. Kedalaman kolam dibuat antara (1-2) m sehingga dapat mempertahankan kondisi aerobik. Waktu detensi pada kolam maturasi antara (5-15) hari. Dasar kolam harus dibuat kedap air untuk menghindari terjadinya rembesan atau infiltrasi ke dalam tanah.

Kolam maturasi didesain berdasarkan pada prinsip pemisahan kandungan fecal coliform. Selain itu, jumlah kolam yang dibutuhkan bergantung pada jumlah bakteri fecal. Biasanya untuk dua kolam dengan waktu detensi (5-10) hari akan memiliki

air olahan dengan konsentrasi BOD di bawah 30 mg/l. Kolam pematangan dipergunakan sebagai tahap lanjutan setelah dari kolam fakultatif. Fungsi utamanya adalah untuk membunuh patogen bakteri tinja dan virus dengan cepat. Dibutuhkan dua kolam seri dengan waktu detensi yang berkisar 5 – 7 hari. Dengan perancangan yang tepat akan tercapai derajad penghilangan E. Coli sebesar > 99,99%. Namun untuk penghilangan BOD dalam kolam pematangan hanya sedikit, sekitar 50-65% dengan baku mutu limbah cair.

### **ANALISA KOLAM MATURASI DEBIT PERENCANAAN (45 M<sup>3</sup>)**

#### **Perencanaan Kolam Maturasi :**

- Jumlah kolam = 1 buah
- Kedalaman kolam = 1 m
- % removal BOD = 65%
- Removal E. Coli = 98%

#### **Perhitungan dimensi**

- Debit kolam = 23 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu detensi = 5 hari
- Volume kolam = 90 m<sup>3</sup>
- Rasio P : L = 2
- Kedalaman = 1 m
- **Luas Permukaan = 115,2 m<sup>2</sup>**
- **Panjang = 16 m**
- **Lebar = 8 m**

#### **Penyisihan E. Coli**

$$Kb = 2,6 (1,19)^{25-20} = 6,2/\text{hari}$$

- **Pada Kolam Maturasi**

$$\begin{aligned} Ne &= Ni / (1 + Kb * td) \\ &= 5,14 \text{ MPN}/100 \text{ ml} / (1 + 6,2 \text{ hr}^{-1} * 7 \text{ hari}) \\ &= 0,117 \text{ MPN}/100 \text{ ml} \end{aligned}$$

#### **% penyisihan E. Coli**

$$= (5,14 \text{ MPN}/100 \text{ ml} - 0,117 \text{ MPN}/100 \text{ ml}) / 5,14 \text{ MPN}/100 \text{ ml} \times 100\% \\ = 98\%$$

***Perhitungan Storasi  
lumpur Kolam  
Maturasi***

**TSS dari biosolid:**

koefisien yield TSS	=	0,1	Kg TSS/Kg COD
Beban COD	=	1,3824	kg/hari
TSS yang terbentuk	=	0,13824	m <sup>3</sup> /hari
<b><u>TSS influen:</u></b>			
beban TSS influen	=	2,40077	kg TSS/hari Kg TSS / Kg TSS
Koefisien TSS	=	0,4	influen
Produksi TSS	=	0,96031	kg/hari
Total akumulasi TSS	=	1,09855	kg/hari

*volume lumpur yang terbentuk bila konsentrasi maks 100 Kg/m<sup>3</sup>*  
 Volume total = 0,01099 m<sup>3</sup>/hari

**Perhitungan efluen dari Kolam Maturasi :**

Karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan di Kolam Maturasi yaitu :

**Debit Influen Organik**

BOD	=	1,382	Kg/hari
COD	=	3,177	Kg/hari
TSS	=	2,401	Kg/hari
BOD	=	48 mg/L	
COD	=	38,6 mg/L	
TSS	=	29,18 mg/L	

### **Debit Efluen Organik**

BOD	=	0,040	Kg/hari
COD	=	0,091	Kg/hari
TSS	=	0,069	Kg/hari
removal organik rencana	=	65%	

$$\text{BOD} = 16,8 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD} = 38,6 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSS} = 29,18 \text{ mg/L}$$

### **ANALISA KOLAM MATURASI DEBIT EKSISTING (5.76 M<sup>3</sup>)**

Diketahui:

- Debit eksisting = 5.76 m<sup>3</sup>/hari
- BOD in = 267,8 mg/L
- COD in = 932 mg/L
- TSS in = 954 mg/L
- BOD out = 234 mg/L
- COD out = 514,7 mg/L
- TSS out = 504 mg/L
- Beban Organik Kolam
  - BOD = 1,54 kg/hari
  - COD = 5,35 kg/hari
  - TSS = 5,48 kg/hari
- Beban yang tersisihkan
  - BOD = 0,19 kg/hari
  - COD = 2,40 kg/hari
  - TSS = 2,58 kg/hari

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

$$\text{Produksi lumpur} = \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + 4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / 1000$$

Kas = koefisien untuk kolam maturasi yaitu 1,4

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 1,4 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 2,89) + 1,34) / 1000 \\ &= 0,02 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0,02 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000185 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### Cek td Eks

Waktu detensi pada kolam maturasi :

$$td_m = \frac{Vm}{Q} = \frac{128 \frac{m^3}{h}}{5.76 \frac{m^3}{hari}} = 22.2 \text{ hari}$$

### Cek td Max

Waktu detensi pada kolam maturasi :

$$td_m = \frac{Vm}{Q} = \frac{128 \frac{m^3}{h}}{45 \frac{m^3}{hari}} = 22.2 \text{ hari}$$

### Cek OLR Eks

$$OLR_m = \frac{Li \text{ BOD} \times Q}{Vm} = \frac{267.8 \frac{mg}{L} \times 5.76 \frac{m^3}{hari}}{128 \text{ m}^3} = 12.1 \text{ g/m}^3 \cdot \text{hari}$$

### Cek OLR Max

$$OLR_m = \frac{Li \text{ BOD} \times Q}{Vm} = \frac{267.8 \frac{mg}{L} \times 45 \frac{m^3}{hari}}{128 \text{ m}^3} = 94.2 \text{ g/m}^3 \cdot \text{hari}$$

### Efisiensi Penyisihan

$$\text{Efisiensi penyisihan BOD} = \frac{Li \text{ BOD} - Lo \text{ BOD}}{Li \text{ BOD}} \times 100 \%$$

$$= \frac{267.8 \frac{mg}{L} - 234 \frac{mg}{L}}{267.8 \frac{mg}{L}} = \dots$$

$$\% \text{ Removal BOD}_5 = ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\%$$

$$\begin{aligned}&= ((267,80 - 234) / 267,80) \times 100\% \\ &= 12,6\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penyisihan COD} &= \frac{Li \text{ COD} - Lo \text{ COD}}{Li \text{ COD}} \times 100 \% \\ &= \frac{932 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 514,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{932 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100 \% \\ &= ((932 - 514,7) / 932) \times 100 \% \\ &= 44,8 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penyisihan TSS} &= \frac{Li \text{ TSS} - Lo \text{ TSS}}{Li \text{ TSS}} \times 100 \% \\ &= \frac{954 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 504 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{954 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100 \% \\ &= ((954 - 504) / 954) \times 100 \% \\ &= 47,2 \%\end{aligned}$$

**Tabel 5. 9 Komparasi Kolam Maturasi Debit Eksisting dengan Debit Maksimum**

Parameter	Satuan	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Maksimum	Kriteria Desain	Kesimpulan
td	hari	22.2	3	5 -20	Belum Memenuhi
OLR	g/m <sup>3</sup> .hari	12.1	94.2	100 - 400	Belum Memenuhi
%Penyisihan BOD	%	12.6	65	60 - 80	Belum Memenuhi
Kedalaman	meter	1	1	0,9 - 1,5	Memenuhi

### 5.2.6 Analisis Kinerja Kolam Wetland

#### ANALISA KOLAM WETLAND DEBIT PERENCANAAN (45 M<sup>3</sup>)

Waktu detensi = 4 hari  
Debit influen = 22,8 m<sup>3</sup>/hari  
Volume = 91,3 m<sup>3</sup>  
kedalaman = 1,0 m  
Luas Area = 91,3 m<sup>2</sup>  
Panjang = 2 x Lebar  
Lebar = 6,8 m = 7 m  
Panjang = 2 x Lebar = 14,0 m = 14,0 m  
Tumbuhan yang ditanam Bunga Canna Lily, bambu air, sanciverra

#### ANALISA KOLAM WETLAND DEBIT EKSISTING (5.76 M<sup>3</sup>)

Diketahui:

- Debit eksisting= 5.76 m<sup>3</sup>/hari
- BOD in = 234 mg/L
- COD in = 514.7 mg/L
- TSS in = 504 mg/L
- TKNin = 156.4 mg/L
- BOD out = 178 mg/L
- COD out = 338 mg/L
- TSS out = 145 mg/L
- TKNout = 93 mg/L
- Beban Organik Kolam
  - BOD = 1,34 kg/hari
  - COD = 2,95 kg/hari
  - TSS = 2,89 kg/hari
- Beban yang tersisihkan
  - BOD = 0,32 kg/hari

COD	=	1,01	kg/hari
TSS	=	2,06	kg/hari

Direncanakan :

Suhu = 25°C

Tipe vegetasi = Iris Pseudacorus Slope  
= 0,01 (0,5 – 1%, Hoffman et al., 2011)

Kedalaman = 1 m

Porositas media, = 40%

Media yang digunakan adalah gravelly sand. Media ini merupakan kombinasi antara pasir – kerikil dengan persentase pasir 85% dan kerikil 15%. Penggunaan media pasir atau campuran kerikil dan pasir merupakan alteratid yang baik karena penggunaan batuan tidak direkomendasikan. Selain itu, media gravelly sand memiliki kemampuan untuk mengurangi poluran. Karakteristik dari gravelly sand adalah sebagai berikut :

Diameter maksimum = 8 mm

Porositas = 0,35

$K_s = 1640 \text{ (ft}^3/\text{ft}^2\text{.d)}$  atau  $499,71 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{/d}$

Laju konstanta orde pertama peyisihan BOD, KT

$KT = KR eR^{(T-TR)}$

$KT = 1,104 \times 1,06^{(25-20)}$

= 1,04 hari

Target removal efisiensi BOD memenuhi baku mutu PermenLHK No.68 tahun 2016, sehingga konsentrasi efluen yang diharapkan adalah 30 mg/L.

Laju konstanta orde pertama peyisihan TKN, KT

$KT = KR eR^{(T-TR)}$

$KT = 0,2187 \times 1,048^{(25-20)}$

= 0,276 hari

Laju permukaan yang dibutuhkan: Dalam perencanaan ini, target konsentrasi efluen dari TKN adalah 10 mg/L hal ini disesuaikan dengan baku mutu air limbah domestik PermenLHK No.68/2016, dengan menggunakan tanaman Iris Pseuodacorus mampu menyisihkan ammonia sebanyak 97%.

Periksa kesesuaian waktu retensi hidrolik (HRT) hasil perhitungan sesuai dengan kriteria desain.

**HRT Eksisting =**

$$HRT = \frac{\text{Luas Permukaan kolam} \times \text{kedalaman kolam} \times \text{porositas media}}{\text{Debit In}}$$

$$HRT = \frac{98 \text{ m}^2 \times 1\text{m} \times 40\%}{5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 6,8 \text{ hari (tidak sesuai kriteria } 0,5 - 3 \text{ hari)}$$

$$HLR = \frac{\text{Debit In}}{\text{Luas Kolam}} = \frac{5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{98 \text{ m}^2} = 0,05 \text{ m/hari ( sesuai, } 0,2-1\text{m/hari (Ellis et al., 2003) } = 5 \text{ cm/hari}$$

### **HRT Maximum =**

$$HRT = \frac{\text{Luas Permukaan kolam} \times \text{kedalaman kolam} \times \text{porositas media}}{\text{Debit In}}$$

$$HRT = \frac{98 \text{ m}^2 \times 1\text{m} \times 40\%}{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 0.8 \text{ hari (tidak sesuai kriteria } 0,5 - 3 \text{ hari)}$$

$$HLR = \frac{\text{Debit In}}{\text{Luas Kolam}} = \frac{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{98 \text{ m}^2} = 0,5 \text{ m/hari ( sesuai, } 0,2-1\text{m/hari } = 50 \text{ cm/hari}$$

Menghitung kebutuhan tanaman Tanaman Iris Pseudacorus ditanam dengan kerapatan 1 m<sup>2</sup> terdapat 5 tanaman, perhitungan kebutuhan tanaman adalah sebagai berikut :

Kebutuhan tanaman = Kerapatan x Luas

$$= 5 \text{ tanaman/m}^2 \times 98 \text{ m}^2$$

$$= 490 \text{ tanaman}$$

Menghitung kebutuhan media gravel sand Ketinggian gravel sand

$$= 0,5 \text{ m Volume gravel sand}$$

$$= \text{Luas} \times \text{Ketinggian gravel sand}$$

$$= 98 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m } = 49 \text{ m}^3$$

$$\text{Efisiensi penyisihan TKN} = \frac{\text{Li TKN} - \text{Lo TKN}}{\text{Li TKN}} = \frac{\frac{156.4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 93 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{156.4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}}{1} = 40.5\%,$$

### **Cek td Eks**

Waktu detensi pada kolam wetland :

$$td_m = \frac{Vw}{Q} = \frac{98 \text{ m}^3}{5.76 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 17 \text{ hari}$$

### **Cek td Max**

Waktu detensi pada kolam wetland :

$$td_m = \frac{Vw}{Q} = \frac{98 \text{ m}^3}{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 2.2 \text{ hari}$$

## Efisiensi Penyisihan

$$\text{Efisiensi penyisihan BOD} = \frac{Li \text{ BOD} - Lo \text{ BOD}}{Li \text{ BOD}} \times 100 \%$$

$$= \frac{267,8 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 234 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{267,8 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal BOD}_5 &= ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((234 - 178) / 234) \times 100\% \\ &= 23,9\%\end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan COD} = \frac{Li \text{ COD} - Lo \text{ COD}}{Li \text{ COD}} \times 100 \%$$

$$= \frac{932 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 514,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{932 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((514,70 - 338) / 514,70) \times 100\% \\ &= 34,3\%\end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan TSS} = \frac{Li \text{ TSS} - Lo \text{ TSS}}{Li \text{ TSS}} \times 100 \%$$

$$= \frac{954 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 504 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{954 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} = \dots$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100\% \\ &= ((504 - 145) / 504) \times 100\% \\ &= 71,2\%\end{aligned}$$

**Tabel 5. 10 Komparasi Kolam Wetland Debit Eksisting dengan Debit Maksimum**

Parameter	Satuan	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Maksimum	Kriteria Desain	Kesimpulan
td	hari	17	2.2	5 – 14	Belum Memenuhi
HLR	m/hari	0.05	0.5	0.2-1	Belum Memenuhi
HRT	hari	6.8	0.8	0,5 – 3	Belum Memenuhi

Parameter	Satuan	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Maksimum	Kriteria Desain	Kesimpulan
%Penyisihan BOD	%	23.9	90	75 - 95	Belum Memenuhi
Kedalaman	meter	1	1	1.2 – 1.5	Belum Memenuhi

### 5.2.7 Analisis Kinerja Sludge Drying Bed

Bak pengering lumpur berbentuk empat persegi panjang dengan kedalaman (0,5-1) m. Rasio antara panjang dan lebar berkisar antara (3-6):1. Ketinggian dinding bak di atas pasir dibuat 45cm dengan tinggi jagaan (15-25)cm. Dinding bak bisa dibuat dari beton, pasangan bata dengan spesi semen.

Satu unit bak pengering lumpur ditetapkan luas permukaannya 5 x 15 m<sup>2</sup>. Ketebalan lumpur basah yang diaplikasikan pada unit pengering lumpur ini adalah setebal (30-45) cm dengan waktu detensi 7 (tujuh) hari. Dimensi bak pengering lumpur ini dapat dilihat pada Gambar 5.5, Gambar 5.6 dan Tabel 5.5 berikut ini.

Pipa distribusi lumpur ke dalam bak (*pipa inlet*) berdiameter 150 mm yang terbuat dari bahan GI. Namun, pipa PVC juga dapat digunakan tetapi harus ditanam ke dalam dinding bak. Pipa *inlet* dipasang pada salah satu sisi memanjang tiap kompartemen bak. Pipa drainase untuk menampung dan mengalirkan supernatan dibuat dengan diameter minimal 15 cm. Pipa peluap (*pelimpah*) dipasang pada dinding bak dengan diameter (100-150) mm.

Kadar air lumpur kering dapat mencapai nilai optimal pada kisaran (70-80)%, Ketebalan lumpur kering di atas pasir (20-30)cm. Media penyaring yang digunakan adalah pasir dan kerikil. Spesifikasi media pasir yang digunakan pada lapisan atas bak dibuat dengan kriteria:

- Ukuran efektif (0,3-0,5)mm
- Koefisien keseragaman 5
- Ketebalan pasir (1,5-22,5)cm
- Kandungan kotoran 1% terhadap volume pasir

Selanjutnya untuk media kerikil, spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kerikil dengan diameter (3-6) mm yang diaplikasikan 15 cm di atas dasar bak
- Kerikil dengan diameter (20-40) mm dipasang setebal 15 cm menutupi (atas,kanan dan kiri) pipa drainase (penangkap supernatan) dengan ketebalan (10-15) cm.

Perencanaan untuk bak pengering lumpur adalah sebagai berikut:

- Untuk setiap kompartemen dibuat dengan lebar (4,5-7,5)m dan panjang (3-6) x lebar
- Lebar salah satu sisi tanggul minimal 2,5 m sebagai jalan operasi
- Kemiringan dinding tanggul bagian dalam I (V) : 2,5 (H) dan bagian luar I (V):1,5(H)
- Kepadatan konstruksi tanggul mempunyai densitas kering maksimal sebesar 90% yang ditentukan dengan tes modifikasi proktor. Shrinkage tanah yang terjadi pada saat pemasakan harus sekitar (10-30)%. Koefisien permeabilitas tanggul padat tidak boleh lebih dari  $10^{-7}$  m/detik.
- Persyaratan permeabilitas tanah untuk penyediaan lapisan (*lining*) adalah
  - a.  $k = 10^{-6}$  m/detik maka seluruh kolam perlu diberi *lining*
  - b.  $k = (10^{-7}-10^{-6})$  m/detik maka kolam primer dan sekunder saja yang perlu diberi *lining*
  - c.  $k = 10^{-8}$  m/detik maka kolam tidak perlu diberi *lining*

Sludge Drying Bed digunakan untuk mengolah lumpur yang berasal dari ruang digester dari SSC.

### Kriteria Desain

- Waktu pengeringan = 10-15 hari
- Tebal lapisan lumpur = 20 - 30 cm
- Tebal lapisan pasir = 20 - 30 cm
- Tebal lapisan kerikil = 20 - 40 cm
- Kecepatan air = 1 m/dt
- Kadar solid = 20% - 40%
- Kadar air dalam lumpur = 60% - 70%

Asumsi :

- Kadar air dalam lumpur = 70%
- Kadar solid = 30%
- Kadar air setelah pengeringan = 60%

### Perhitungan

total lumpur dalam SDB

1. dari ruang SSC	=	45,0	m <sup>3</sup> /hari	=	94	kg/hari
2. dari maturasi	=	23,0	m <sup>3</sup> /hari			
total lumpur dalam SDB	=	68,0	m <sup>3</sup> /hari			
massa solid	=	29,2	m <sup>3</sup> /hari			
massa jenis lumpur, Sg	=	1,0				
direncanakan jumlah bed	=	5,0	unit			
kedalaman	=	0,5	m			
waktu pengeringan	=	14,0	hari			
volume bed masing-masing	=	81,6	m <sup>3</sup>			
sludge loading	=	2,0	kg/m <sup>2</sup> . hari			
luasan bed lumpur	=	14,6	m <sup>2</sup>			
kedalaman	=	0,5	m			
lebar	=	2,7	m	=	3	m
P	=	5,4	m	=	6	m
kedalaman total SDB						
Lapisan Cake	=	30,0	cm			
Lapisan pasir	=	20,0	cm			
Fine Sand	=	15,0	cm			
Coarse sand	=	7,5	cm			
Lapisan Kerikil						
Fine gravel	=	7,5	cm			
Medium gravel	=	7,5	cm			
coarse gravel	=	7,5	cm			

### **Kedalaman total bed**

$$\begin{aligned}\text{Kedalaman Total} &= \text{tebal cake} + \text{lap pasir} + \text{lap kerikil} + \text{freeboard} \\ &= 0,3 \text{ m} + (0,2 + 0,1) \text{ m} + (0,075 \times 3) \text{ m} + 0,5 \text{ m} \\ &= 1,325 \text{ m}\end{aligned}$$

Pipa underdrain dan pipa lateral berfungsi untuk menampung dan mengeluarkan air dari lumpur dan terletak di bawah media kerikil dengan kemiringan dari pipa lateral menuju pipa underdrain agar aliran dapat mengalir secara gravitasi.

Direncanakan diameter pipa 50 mm untuk menghindari terjadinya penyumbatan oleh terbentuknya kerak dan endapan lumpur dalam pipa.

Untuk pipa inlet lumpur dari SSC ke SDB direncanakan kecepatan aliran lumpur = 1 m/dt

Lumpur yang berasal dari berbagai unit dikumpulkan terlebih dahulu di bak penampungan sebelum di pompa ke SDB

*Karakteristik solid yang terbentuk adalah sbb:*

Debit lumpur:

$$\text{Dari SSC} \quad = \quad 36,000 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Total Debit} \quad = \quad 36,00 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

Direncanakan pengurasan setiap 2 hari

$$\text{Total VOLUME} \quad = \quad 72,00 \quad \text{m}^3$$

Massa solid:

$$\text{Dari SSC} \quad = \quad 54 \quad \text{Kg/hari}$$

$$\text{Total} \quad = \quad 54 \quad \text{Kg/hari}$$

Direncanakan pengurasan setiap 2 hari

$$\text{Total solid} \quad = \quad 108 \quad \text{Kg}$$

*Perhitungan massa lumpur yang terbentuk:*

$$\text{solid concentration SSC} \quad = \quad 5 \quad \% \quad \boxed{\rho = \frac{M \text{ lumpur total}}{\text{Vol.lumpur total}}}$$

$$M \text{ lumpur SSC} \quad = \quad 108 \quad \text{Kg}$$

$$M \text{ lumpur total} \quad = \quad 108,0 \quad \text{Kg}$$

*Perhitungan densitas lumpur yang terbentuk:*

$$\boxed{\rho = \frac{M \text{ lumpur total}}{\text{Vol.lumpur total}}}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{densitas lumpur} & = & 3,00 \quad \text{Kg/m}^3 \\ \text{Sg lumpur} & = & 0,003 \end{array}$$

*Perhitungan volume lumpur terendapkan (thickened sludge):*

$$\text{solid concentration} = 6 \quad \%$$

$$Volume = \frac{\text{Massa solid}}{\% \text{ solid} \times Sg \times \rho_{air}}$$

$$\text{Volume lumpur terendapkan} = 0,010 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Debit efluen bak pengumpul lumpur} = 72 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

*Perhitungan Cake SDB:*

$$\text{Solid capture} = 80 \quad \%$$

$$\text{Massa solid cake} = 86,4 \quad \text{Kg}$$

$$\text{Sg cake} = 1,02$$

$$\text{Solid concentration} = 5,00 \quad \%$$

$$\text{Volume cake} = 1,69 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Debit efluen filtrat SDB} = 34,31 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Luas Penampang Pipa (A)} = \text{Vol lumpur/kecepatan}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$(1\text{m}/\text{detik} \times 86400 \text{ dt}/\text{hari})$$

$$= 4,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter pipa} = ((4x 36)/3,14))^{0,5} = 0,022 \text{ m dianggap}$$

100 mm

Dimensi perpipaan :

Pipa inlet	tipe	pipa
	material	PVC
	ukuran	100 mm
Pipa Outlet Lumpur	Tipe	pipa
	Material	PVC
	Ukuran	100 mm
Flow meter	Tipe	propeller

	Ukuran	3"
--	--------	----

#### 4.2.6 Analisis Kinerja *Sludge Drying Bed* (SDB)

*Sludge drying bed* merupakan unit penampung lumpur, effluent dari *final clarifier* untuk proses *dewatering* secara alami oleh sinar matahari dan proses penyaringan oleh media filter. Tanah kering hasil SDB pada umumnya digunakan untuk pemupukan tanaman di sekitar kawasan unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) ataupun dibawa oleh DKP untuk pemupukan tanaman di pertamanan Kota Surabaya. Beberapa parameter kinerja yang dikaji untuk menentukan efektifitas kinerja *sludge drying bed*, yaitu:

1. Ketebalan lapisan penyaring
2. Waktu pengeringan
3. Penentuan SDB yang dioperasikan

Sebelum menyimpulkan hasil analisis kinerja *sludge drying bed*, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan lengkap unit *sludge drying bed* sebagai berikut:

Sehingga hasil analisis kinerja unit *sludge drying bed* berdasarkan kriteria desain dapat dilihat pada tabel 5.11

**Tabel 5. 11 Hasil Analisis Kinerja *Sludge Drying Bed***

Uraian	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain	Kesimpulan
Tebal pasir	cm	20	23 - 30	Revitalisasi
Tebal kerikil	cm	10	20 - 30	Revitalisasi
Tebal bed	cm	50	20 - 30	Revitalisasi
Lebar bed	m	3	5 - 8	Revitalisasi
Panjang bed	m	6	6 - 30	Tetap
Waktu pengeringan	hari	14	10 - 15	Tetap
Kadar air	%	30	20	Revitalisasi
Kadar solid	%	70	80	Revitalisasi
<i>Sludge loading rate</i>	kg/m <sup>2</sup> .hari	2	100 - 300	Revitalisasi
Jumlah SDB yang bed		5 dari 5	-	Tetap

---

Uraian	Satuan	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain	Kesimpulan
dioperasikan				

Penjelasan lengkap tentang parameter kinerja *sludge drying bed* dapat dilihat pada uraian sebagai berikut:

#### **1. Dimensi Unit *Sludge Drying Bed***

Dimensi berupa lebar, panjang, dan tebal *bed* kondisi eksisting tidak ada yang berada dalam *range* kriteria desain. Lebar dan tinggi eksisting SDB memiliki nilai di bawah *range* kriteria desain. Lebar dan panjang yang dapat menunjukkan nilai luas permukaan SDB berpengaruh terhadap nilai *sludge loading rate*. Namun dalam hal ini, lebar dan panjang tidak dapat diubah karena dimensi kondisi eksisting tidak diubah. Sedangkan untuk tebal *bed* dikurangi menjadi 30 cm untuk mencapai kandungan *solid* yang tinggi pada effluent SDB dan proses penyaringan dapat berjalan dengan maksimal.

#### **2. Ketebalan Lapisan Penyaring**

Lapisan penyaring yang ada di dalam SDB berupa pasir dan kerikil. Diketahui bahwa tebal lapisan penyaring pada kondisi eksisting untuk pasir dan kerikil berada di bawah *range* kriteria desain. Lapisan penyaring berpengaruh terhadap efisiensi kandungan *solid* pada lumpur dan waktu pengeringan. Apabila lapisan penyaring tipis, maka kandungan *solid* pada lumpur menjadi kecil dan waktu pengeringan yang diperlukan lama. Ketika tebal *bed* pada kondisi eksisting adalah tinggi, seharusnya diimbangi juga dengan tebal lapisan penyaring yang tinggi juga. Sehingga, direkomendasikan untuk menambah ketebalan lapisan penyaring karena kadar *solid* effluent SDB yang ditargetkan adalah tinggi. Tebal lapisan pasir dan kerikil masing-masing menjadi 30 cm.

#### **3. Durasi Waktu Pengeringan**

Durasi waktu pengeringan dipengaruhi oleh kadar awal *solid* pada lumpur, kadar akhir *solid* yang ditargetkan, dan tebal lapisan penyaring. Durasi waktu pengeringan untuk volume lumpur yang lama dan volume lumpur yang baru adalah sama 14 hari, yang berada pada *range* kriteria desain.

#### **4. *Sludge Loading Rate (SLR)***

Nilai *solid loading rate* pada volume lumpur yang lama ataupun volume yang baru, berada jauh melebihi *range* kriteria desain. Hal ini terjadi karena dua hal, yaitu kandungan *solid* influen lumpur yang rendah sehingga berpengaruh terhadap massa lumpur yang berat dan luas permukaan SDB yang kecil karena dimensi eksisting SDB yang kecil. Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan nilai *solid loading rate* adalah memperbesar kandungan *solid* pada effluent FC.

## 5. Penentuan SDB yang Dioperasikan

Jumlah unit yang beroperasi untuk proses *dewatering* volume lumpur yang lama adalah 3 unit dan untuk volume lumpur yang baru adalah 5 unit. Upaya yang dilakukan untuk SDB yang dioperasikan menjadi lebih sedikit adalah dengan rutin mengambil lumpur dari SDB setiap hari.

### Rekomendasi Perbaikan Kolam SDB

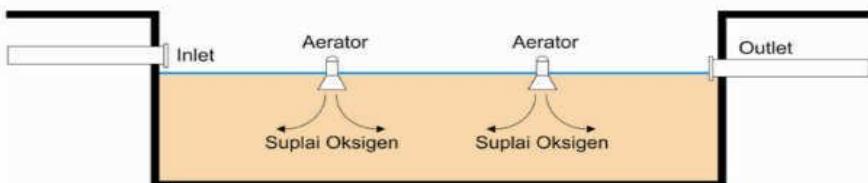
1. Jumlah unit SDB yang dioperasikan sebanyak 5 unit.
2. Pengambilan lumpur dari unit SDB dilakukan setiap hari.
3. Pengisian lumpur pada satu unit SDB dilakukan sebanyak 1 kali.
4. Kadar *solid* pada *dry solid* sebesar 80%.
5. Dilakukan penambahan media penyaring pasir setebal 10 cm dan kerikil setebal 20 cm pada SDB, sehingga masing-masing tebal media penyaring menjadi 30 cm.
6. Dilakukan pemantauan media filter (lapisan penyaring) pada SDB. Apabila media filter sudah mencapai tingkat kejemuhan, maka dilakukan penggantian media filter secepatnya.
7. Pembersihan (pencucian) unit SDB dilakukan enam bulan sekali untuk mengurangi tingkat kejemuhan secara periodik.

### 5.3 Alternatif Unit Rekomendasi



Gambar 5. 3 Kolam Aerasi Sebagai Pengganti Kolam Fakultatif

Kolam aerasi merupakan unit pengolahan air limbah berupa kolam terbuka yang dilengkapi dengan aerator untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Kolam aerasi termasuk sistem lumpur aktif, tetapi tidak menerapkan resirkulasi lumpur.



Gambar 5. 4 Ilustrasi Pengolahan Kolam Aerasi

Fungsi : Menyisihkan senyawa organik yang dapat didegradasi secara biologis dalam kondisi aerobik.

Kelebihan:- Memiliki ketahanan yang baik terhadap *shock loading*;

- Kemampuan mereduksi bakteri patogen tinggi;
- Kebutuhan lahan lebih rendah dari sistem WSP dan biaya operasi lebih rendah dari unit lumpur aktif lain;
- Tidak memiliki masalah yang berarti terhadap serangan dan bau.

Kekurangan:- Efluen dan lumpur yang ditimbulkan memerlukan pengolahan lebih lanjut;

- Membutuhkan desain dari seorang ahli dan pemantauan saat konstruksi;

- Membutuhkan waktu operasional *full time* dan pemeliharaan oleh operator dengan keahlian khusus;
- Membutuhkan energi listrik yang terus menerus;
- Biaya operasional sedang hingga tinggi, tergantung luas lahan dan penggunaan listrik.

Desain : Kolam dibangun dengan kedalaman 2-5 m dan memiliki waktu detensi 2-6 hari (dapat disesuaikan dengan target pengolahan). Untuk mencegah perembesan dan erosi tanah, pelapisan dinding kolam harus dilakukan. Pelapisan dinding kolam dapat menggunakan tanah liat, beton aspal, tanah yang dipadatkan, atau material lainnya.

Diketahui :

Debit = 45 m<sup>3</sup>/hari

BODin = 399 mg/L

TSSin = 1176,5 mg/L

CODin = 1212,8 mg/L

TKNin = 307 mg/L

TKNef rencana = 5 mg/L (diasumsikan asumsi agar memenuhi baku mutu)

Direncanakan :

$\epsilon$  = 10 hari

Temperatur = 25°C

Koefisien *yield* = 0,6

Laju autolisis (*b*)= 0,07/hari

Se = 20 mg/L (agar memenuhi baku mutu)

Koefisien reaksi kimia orde pertama,  $K_{20}$  = 2,5/hari

Berikut ini adalah perhitungan kolam aerasi :

### **Menghitung nilai $K_T$ pada suhu 25 °C**

$$K_{25} = 2,5 \times (1,06)^{T-20^{\circ}} K_{25} = 2,5 \times (1,06)^{25-20^{\circ}} \\ = 3,345$$

### **Menghitung konsentrasi BOD efluen**

$$Se = \frac{So}{1+k\epsilon} = \frac{399}{1+(3,345 \times 10 \text{ hari})} = 12 \text{ mg/L}$$

## **Konsentrasi Sel Bakteri**

$$X = \frac{y (S_o - S_e)}{1 + b\epsilon} \\ = \frac{0,6 (399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 12 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{1 + (\frac{0,07}{\text{hari}} \times 10 \text{ hari})} = 136,6 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

## **Produksi lumpur**

Direncanakan :

$$Y = 0,6 \frac{\text{gVSS}}{\text{gBOD}}$$

$$Q = 45 \text{ m}^3 \text{ atau } 45,000 \text{ L}$$

$$\text{BODin} = 399 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{BODef} = 20 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ (diasumsikan agar memenuhi baku mutu)}$$

$$\epsilon_c = 10 \text{ hari}$$

$$kd = 0,1$$

$$\text{Lumpur BOD (P}_{x\text{bio}}\text{)} = \frac{Q_{\text{in}} \times Y \times (\text{BODin} - \text{BODef})}{1 + kd \cdot \epsilon_c} \\ = \frac{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \times (399 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 20 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{1 + (0,1 \times 10)} \times 10^{-3} \\ = 5,12 \text{ kg / hari}$$

Lumpur Nitrifikasi Direncanakan :

$$Y_n = 0,15 \frac{\text{KgVSS}}{\text{KgN}}$$

$$Kdn = 0,08$$

$$\text{TKN}_{\text{in}} = 307 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{TKN}_{\text{out}} = 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ (diasumsikan agar memenuhi baku mutu)}$$

$$\text{NO}_x = \text{TKN}_{\text{in}} - \text{TKN}_{\text{out}} - \frac{0,12 \times P_{x\text{bio}}}{Q} \\ = 0,307 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 0,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - \frac{0,12 \times 5,12 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}}{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} \\ = 0,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_{x\text{nitrifikasi}} = \frac{Q \cdot Y_n \cdot NO_x}{1 + (Kdn \cdot \epsilon_c)} = \frac{45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,15 \times 0,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1 + (0,08 \times 10)} = 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

Cek Nitrifikasi =

$$N \text{ Input} = [\text{TKN}] \times Q$$

$$= 0,307 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \\ = 13,8 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

$$N \text{ Sintesa sel} = P_{x\text{bio}} \times \% \text{Sel} \\ = 5,12 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 12 \%$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,61 \text{ kg/hari} \\
 \text{Nitrifikasi} &= N \text{ Input} - N \text{ Sintesa} \\
 &= 13,8 \text{ kg/hari} - 0,61 \text{ kg/hari} \\
 &= 13,2 (+) \text{ hasil menunjukan nilai positif, maka terjadi Nitrifikasi} \\
 \text{Lumpur total} &= PxBio + PxNitrifikasi \\
 &= 5,12 + 1,05 \\
 &= 6,17 \text{ kg/hari} \\
 \text{Persen solid rencana} &= 5\% \\
 \text{Lumpur Total} &= 6,17 \times \frac{100\%}{5\%} \\
 &= 123,4 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

### Menghitung kebutuhan aerasi dan daya aerator

#### **1) Kebutuhan aerasi**

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk penyisihan BOD

$$\begin{aligned}
 R_{O_2} &= (1,5(S_o - S_e)Q - (1,42XQ) \cdot 10^{-3}/24) \\
 &= (1,5(399 \text{ mg/L} - 12 \text{ mg/L}) \cdot 45 \text{ m}^3/\text{hari}) \\
 &\quad - (1,42 \times 136,6 \text{ mg/L} \times 45 \text{ m}^3/\text{hari}) \times 10^{-3}/24 \\
 &= 26,122,5 \text{ g/hari} - 8,728,7 \text{ g/hari} \times 10^{-3}/24 \\
 &= 0,72 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Estimasi jumlah kebutuhan oksigen untuk penyisihan Nitrogen  $R_{O_2}$

$$\begin{aligned}
 R_{O_2} &= (4,33(TKN_{in} - TKN_{ef \text{ rencana}})Q \times 10^{-3}/24) \\
 &= (4,33(307 \text{ mg/L} - 5 \text{ mg/L}) \times 45 \\
 &\quad \text{m}^3/\text{hari} \times 10^{-3}/24) \\
 &= 2,45 \text{ kg/jam} \\
 R_{O_2 \text{ total}} &= 0,72 \text{ kg/jam} + 2,45 \text{ kg/jam} \\
 &= 3,17 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan oksigen diatas, maka kebutuhan oksigen total kolam aerasi adalah 0,56 kg/jam.

#### **2) Kebutuhan daya aerator**

Direncanakan aerator akan menggunakan tipe *surface low-speed mechanical aerators*, dengan standar 2.85 kgO<sub>2</sub>/kWh Perhitungan daya aerator yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = N_0 \frac{C_w - CL}{9,17} (1,024)^{T-20} \alpha$$

$$\begin{aligned}
 C_w &= \beta \times c_s \text{ Diketahui :} \\
 \alpha &= 0,8
 \end{aligned}$$

$\beta$  = 0,95  
 $C_s$  = pada suhu 25°C adalah 8,26 mg/L  
 $C_L$  = konsentrasi DO dalam kolam adalah 2 mg/L No  
= 1,8 kgO<sub>2</sub>/kWh  
 $C_w$  = 0,95 x 8,26 mg/L  
= 7,847 mg/L  
Maka,

$$N = 2.85 \text{ kgO}_2/\text{kW.jam} \frac{\frac{7,847 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 2 \text{ mg/L}}{9,17}}{(1,024)^{25-20}} \times 0,8$$

$$= 1,6 \text{ kgO}_2/\text{kW.jam}$$

Daya aerator yang dibutuhkan :

$$KW = \frac{RO2}{N}$$

$$KW = \frac{3.17 \text{ kgO}_2/\text{jam}}{1,6 \text{ kgO}_2/\text{kW.jam}} = 1.98 \text{ kW} = 2.65 \text{ HP}$$

### Desain Aerator

Jenis Aerator = Low Speed Mechanical Surface Aerator

Merk = USA I ECOMIX 5

Model	= Ecomix
Volume kolam aerasi	= 100 m <sup>3</sup>
Kapasitas aerator	= 2 Horsepower
Jumlah aerator yang dibutuhkan	= Tenaga aerator / Kapasitas aerator = 2.65 kW / 2 kW = 1.3 = 2 unit

Spesifikasi lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, didapatkan jumlah dari aerator adalah 2 unit dengan kolam aerasi tanpa resirkulasi lebar 7 m, panjang 14 m dan kedalaman 2 m dengan freeboard 0,5 m. Aerator yang digunakan merupakan aerator dengan tipe *low speed mechanical surface aerator* dengan merk USA I ECOMIX 5. Jumlah aerator yang dibutuhkan adalah sebanyak 2 unit dengan tenaga yang diperlukan sebesar 2.85 kgO<sub>2</sub>/kWh 2 HP.

### Densitas Lumpur

Konsentrasi lumpur = 5% ;

Densitas lumpur = 2,65 kg/L ;

Konsentrasi air = 95 %

Densitas air = 1 kg/L

$$\text{densitas lumpur} = (5\% \times \rho \text{ lumpur}) + (95\% \times \rho \text{ air } 100\%) / 100\%$$

$$= (5\% \times 2,65) (95\% \times 1) / 100$$

$$= 1,0825 \text{ kg/L}$$

### Volume Lumpur

Volume lumpur = massa lumpur total /  $\rho$  Lumpur

$$= \frac{123,4 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}}{1,0825 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 0,114 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Apabila lumpur direncanakan akan dikuras setiap satu bulan sekali atau 30 hari, maka jumlah lumpur yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Volume lumpur = Volume lumpur per hari x waktu pengurasan

$$= 0,114 \text{ m}^3/\text{hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 3,42 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

### **Mass Balance Alternatif**

#### **Solid Separation Chamber (SSC)**

Diketahui:

Q eksisting = 5,76 m<sup>3</sup>/hari

TSS in = 2200 mg/L ; TSS out = 440 mg/L

BOD<sub>5</sub> in = 801,86 mg/L ; BOD<sub>5</sub> out = 160,37 mg/L

COD in = 3993,62 mg/L ; COD out = 798,72 mg/L

NH<sub>3</sub> in = 463,68 mg/L ; NH<sub>3</sub> out = 463,68 mg/L

Perhitungan:

#### TSS

Mass TSS in = C TSS x Q eksisting  
= 2200 mg/L x 5,76 m<sup>3</sup>/hari x 1000 L/m<sup>3</sup> x 1/10<sup>6</sup> kg/mg

$$= 12,67 \text{ kg/hari}$$

Mass TSS out = C TSS x Q eksisting

$$= 440 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$$

$$= 2,53 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal TSS} = ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\%$$

$$= ((2200 - 440)/2200) \times 100\%$$

$$= 80\%$$

Lumpur:

$$\text{Konsentrasi solid dalam cake} = 20\%$$

$$\text{Spesific gravity (sg) solid (Metcalf dan Eddy, 2003)} = 1,03 \text{ kg/L}$$

$$\text{Massa cake} = (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) / \text{Konsentrasi solid dalam cake}$$

$$= (12,67 \text{ kg/hari} - 2,53 \text{ kg/hari}) / 20\%$$

$$= 50,7 \text{ kg/hari}$$

$$V \text{ cake} = \text{Massa cake} / \text{sg solid}$$

$$= 50,7 \text{ kg/hari} / 1,03 \text{ kg/L}$$

$$= 49,22 \text{ L/hari} = 0,049 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ efluen SSC} = Q \text{ eksisting} - Q \text{ waste}$$

$$= 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,049 \text{ m}^3/\text{hari} = 5,711 \text{ m}^3/\text{hari}$$

### BOD<sub>5</sub>

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ in} = C \text{ BOD} \times Q \text{ eksisting}$$

$$= 801,86 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$$

$$= 4,62 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ out} = C \text{ BOD} \times Q \text{ eksisting}$$

$$= 160,37 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$$

$$= 0,92 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal BOD}_5 = ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\%$$

$$= ((801,86 - 160,37)/801,86) \times 100\%$$

$$= 80\%$$

$$\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} = (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out})$$

$$= 4,62 \text{ kg/hari} - 0,92 \text{ kg/hari}$$

$$= 3,69 \text{ kg/hari}$$

### COD

$$\text{Mass COD in} = C \text{ COD} \times Q \text{ eksisting}$$

$$= 3993,62 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \text{ kg/mg}$$

$$= 23 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass COD out} &= C \text{ COD} \times Q \text{ eksisting} \\ &= 798,72 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 4,60 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((3993,62 - 798,72) / 3993,62) \times 100\% \\ &= 80\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 23 \text{ kg/hari} - 4,60 \text{ kg/hari} \\ &= 18,40 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ eksisting} \\ &= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 2,67 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ eksisting} \\ &= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 2,67 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((463,68 - 463,68) / 463,68) \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 2,67 \text{ kg/hari} - 2,67 \text{ kg/hari} \\ &= 0 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### **Kolam Anaerobik**

Diketahui:

$$\begin{aligned}Q \text{ efluen SSC} &= 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{TSS in} &= 440 \text{ mg/L} & ; \text{TSS out} &= 88 \\ \text{mg/L}\end{aligned}$$

$$\text{BOD}_5 \text{ in} = 160,37 \text{ mg/L} \quad ; \text{BOD}_5 \text{ out} = 24,06 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD in} = 798,72 \text{ mg/L} \quad ; \text{COD out} = 279,55 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ in} &= 463,68 \text{ mg/L} & ; \text{NH}_3 \text{ out} &= 463,68 \\ \text{mg/L}\end{aligned}$$

Perhitungan:

### TSS

Mass TSS in = C TSS x Q eksisting  
 =  $440 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $2,53 \text{ kg/hari}$   
 Mass TSS out = C TSS x Q efluen SSC  
 =  $88 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $0,5 \text{ kg/hari}$   
 % Removal TSS =  $((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\%$   
 =  $((440 - 88)/440) \times 100\%$   
 =  $80\%$   
 TSS yang tersisihkan = (Mass TSS in – Mass TSS out)  
 =  $2,53 \text{ kg/hari} - 0,5 \text{ kg/hari}$   
 =  $2,03 \text{ kg/hari}$

#### BOD<sub>5</sub>

Mass BOD<sub>5</sub> in = C BOD x Q eksisting  
 =  $160,37 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $0,92 \text{ kg/hari}$   
 Mass BOD<sub>5</sub> out = C BOD x Q efluen SSC  
 =  $24,06 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $0,14 \text{ kg/hari}$   
 % Removal BOD<sub>5</sub> =  $((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out})/\text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\%$   
 =  $((160,37 - 24,06)/160,37) \times 100\%$   
 =  $85\%$   
 BOD<sub>5</sub> yang tersisihkan = (Mass BOD<sub>5</sub> in – Mass BOD<sub>5</sub> out)  
 =  $0,92 \text{ kg/hari} - 0,14 \text{ kg/hari}$   
 =  $0,79 \text{ kg/hari}$

#### COD

Mass COD in = C COD x Q eksisting  
 =  $798,72 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $4,60 \text{ kg/hari}$   
 Mass COD out = C COD x Q efluen SSC  
 =  $279,55 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$   
 kg/mg  
 =  $1,60 \text{ kg/hari}$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((798,72 - 279,55) / 798,72) \times 100\% \\ &= 65\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 4,60 \text{ kg/hari} - 1,60 \text{ kg/hari} \\ &= 3,00 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ eksisting} \\ &= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg} \\ &= 2,67 \text{ kg/hari} \\ \text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C \text{ NH}_3 \times Q \text{ efluen SSC} \\ &= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg} \\ &= 2,65 \text{ kg/hari} \\ \% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((463,68 - 463,68) / 463,68) \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 2,67 \text{ kg/hari} - 2,65 \text{ kg/hari} \\ &= 0,02 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000 \\ \text{Kas} &= \text{koefisien untuk kolam anaerobic yaitu} \\ &0,38\end{aligned}$$

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 0,38 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 2,03) + 0,79) / \\ &1000 \\ &= 0,004 \text{ kg/hari} \\ \rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{ solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{ air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Debit lumpur} &= 0,004 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0000037 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### **Kolam Aerasi**

Diketahui:

$$\begin{aligned}
Q &= 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,0000037 \text{ m}^3/\text{hari} = 5,709 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{TSS in} &= 88 \text{ mg/L} ; \text{TSS out} = 39,60 \\
\text{mg/L} & \\
\text{BOD}_5 \text{ in} &= 24,06 \text{ mg/L} ; \text{BOD}_5 \text{ out} = 4,81 \text{ mg/L} \\
\text{COD in} &= 279,55 \text{ mg/L} ; \text{COD out} = 97,84 \text{ mg/L} \\
\text{NH}_3 \text{ in} &= 463,68 \text{ mg/L} ; \text{NH}_3 \text{ out} = 324,58 \\
\text{mg/L} &
\end{aligned}$$

Perhitungan:

#### TSS

$$\begin{aligned}
\text{Mass TSS in} &= C \text{ TSS} \times Q \\
&= 88 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\
\text{kg/mg} & \\
&= 0,5 \text{ kg/hari} \\
\text{Mass TSS out} &= C \text{ TSS} \times Q \\
&= 39,6 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\
\text{kg/mg} & \\
&= 0,23 \text{ kg/hari} \\
\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\% \\
&= ((88 - 39,6)/88) \times 100\% \\
&= 55\% \\
\text{TSS yang tersisihkan} &= (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) \\
&= (0,5 \text{ kg/hari} - 0,23 \text{ kg/hari}) \\
&= 0,28 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

#### BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned}
\text{Mass BOD}_5 \text{ in} &= C \text{ BOD} \times Q \\
&= 24,06 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\
\text{kg/mg} & \\
&= 0,14 \text{ kg/hari} \\
\text{Mass BOD}_5 \text{ out} &= C \text{ BOD} \times Q \\
&= 4,81 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\
\text{kg/mg} & \\
&= 0,03 \text{ kg/hari} \\
\% \text{ Removal BOD}_5 &= ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out})/\text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\% \\
&= ((24,06 - 4,81)/24,06) \times 100\% \\
&= 80\% \\
\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out}) \\
&= 0,14 \text{ kg/hari} - 0,03 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

$$= 0,11 \text{ kg/hari}$$

### COD

$$\begin{aligned} \text{Mass COD in} &= C_{\text{COD}} \times Q \\ &= 279,55 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 1,60 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mass COD out} &= C_{\text{COD}} \times Q \\ &= 97,84 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 0,56 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal COD} &= ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((279,55 - 97,84) / 279,55) \times 100\% \\ &= 65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD yang tersisihkan} &= (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out}) \\ &= 1,60 \text{ kg/hari} - 0,56 \text{ kg/hari} \\ &= 1,04 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned} \text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C_{\text{NH}_3} \times Q \\ &= 463,68 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 2,65 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C_{\text{NH}_3} \times Q \\ &= 324,58 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 1,85 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((463,68 - 324,58) / 463,68) \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 2,65 \text{ kg/hari} - 1,85 \text{ kg/hari} \\ &= 0,79 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kas} &= \text{koefisien untuk kolam fakultatif yaitu } 0,6 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 0,6 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 0,28) + 0,11) / 1000 \\ &= 0,00082 \text{ kg/hari} \\ \rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Debit lumpur} &= 0,00082 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,00000076 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### Kolam Maturasi

Diketahui:

$$\begin{aligned}Q &= 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,00000076 \text{ m}^3/\text{hari} = 5,709 \\ \text{m}^3/\text{hari} \\ \text{TSS in} &= 39,60 \text{ mg/L} ; \text{TSS out} = 39,60 \\ \text{mg/L} \\ \text{BOD}_5 \text{ in} &= 4,81 \text{ mg/L} ; \text{BOD}_5 \text{ out} = 4,81 \text{ mg/L} \\ \text{COD in} &= 97,84 \text{ mg/L} ; \text{COD out} = 97,84 \text{ mg/L} \\ \text{NH}_3 \text{ in} &= 324,58 \text{ mg/L} ; \text{NH}_3 \text{ out} = 324,58 \\ \text{mg/L}\end{aligned}$$

Perhitungan:

#### TSS

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS in} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 39,60 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 0,23 \text{ kg/hari} \\ \text{Mass TSS out} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 39,60 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ \text{kg/mg} &= 0,23 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal TSS} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100\% \\ &= ((39,60 - 39,60) / 39,60) \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TSS yang tersisihkan} &= (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out}) \\ &= 0,23 \text{ kg/hari} - 0,23 \text{ kg/hari} \\ &= 0 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

#### BOD<sub>5</sub>

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ in} = C \text{ BOD} \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 4,81 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ out} = C \text{ BOD} \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 4,81 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal BOD}_5 = ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\%$$

$$= ((4,81 - 4,81) / 4,81) \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} = (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out})$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari} - 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$= 0 \text{ kg/hari}$$

### COD

$$\text{Mass COD in} = C \text{ COD} \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 97,84 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass COD out} = C \text{ COD} \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 97,84 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal COD} = ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\%$$

$$= ((97,84 - 97,84) / 97,84) \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$\text{COD yang tersisihkan} = (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out})$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari} - 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$= 0 \text{ kg/hari}$$

### NH<sub>3</sub>

$$\text{Mass NH}_3 \text{ in} = C \text{ NH}_3 \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 324,58 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 1,85 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass NH}_3 \text{ out} = C \text{ NH}_3 \times Q$$

$$\text{kg/mg} = 324,58 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$= 1,85 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((324,58 - 324,58) / 324,58) \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 1,85 \text{ kg/hari} - 1,85 \text{ kg/hari} \\ &= 0 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Perhitungan produksi lumpur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= \text{Kas} (1,7 \times \text{Mass TVS yang tersisihkan} + \\ &4,5 \times \text{Mass TSS yang tersisihkan} + \text{Mass BOD yang tersisihkan}) / \\ &1000\end{aligned}$$

$$\text{Kas} = \text{koefisien untuk kolam maturasi yaitu } 1,4$$

Didapatkan hasil produksi lumpur:

$$\begin{aligned}\text{Produksi lumpur} &= 1,4 ((1,7 \times 0) + (4,5 \times 0) + 0) / 1000 \\ &= 0 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ lumpur} &= ((\% \text{ solid} \times \rho \text{ solid}) + (\% \text{ air} \times \rho \text{ air})) / 100\% \\ &= ((5\% \times 2650) + (95\% \times 1000)) / 100\% \\ &= 1082,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit lumpur} &= 0 \text{ kg/hari} / 1082,5 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

### **Wetland**

Diketahui:

$$\begin{aligned}Q &= 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{TSS in} &= 39,60 \text{ mg/L} ; \text{TSS out} = 7,92 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BOD}_5 \text{ in} &= 4,81 \text{ mg/L} ; \text{BOD}_5 \text{ out} = 4,81 \text{ mg/L} \\ \text{COD in} &= 97,84 \text{ mg/L} ; \text{COD out} = 97,84 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ in} &= 324,58 \text{ mg/L} ; \text{NH}_3 \text{ out} = 10 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Perhitungan:

#### TSS

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS in} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 39,60 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg} \\ &= 0,23 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass TSS out} &= C \text{ TSS} \times Q \\ &= 7,92 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg}\end{aligned}$$

$$= 0,05 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal TSS} = ((\text{TSS in} - \text{TSS out}) / \text{TSS in}) \times 100\%$$

$$= ((39,60 - 7,92) / 39,60) \times 100\%$$

$$= 80\%$$

$$\text{TSS yang tersisihkan} = (\text{Mass TSS in} - \text{Mass TSS out})$$

$$= 0,23 \text{ kg/hari} - 0,05 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,18 \text{ kg/hari}$$

### BOD<sub>5</sub>

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ in} = C \text{ BOD} \times Q$$

$$= 4,81 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$\text{kg/mg}$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass BOD}_5 \text{ out} = C \text{ BOD} \times Q$$

$$= 4,81 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$\text{kg/mg}$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal BOD}_5 = ((\text{BOD}_5 \text{ in} - \text{BOD}_5 \text{ out}) / \text{BOD}_5 \text{ in}) \times 100\%$$

$$= ((4,81 - 4,81) / 4,81) \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$\text{BOD}_5 \text{ yang tersisihkan} = (\text{Mass BOD}_5 \text{ in} - \text{Mass BOD}_5 \text{ out})$$

$$= 0,03 \text{ kg/hari} - 0,03 \text{ kg/hari}$$

$$= 0 \text{ kg/hari}$$

### COD

$$\text{Mass COD in} = C \text{ COD} \times Q$$

$$= 97,84 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$\text{kg/mg}$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mass COD out} = C \text{ COD} \times Q$$

$$= 97,84 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6$$

$$\text{kg/mg}$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$\% \text{ Removal COD} = ((\text{COD in} - \text{COD out}) / \text{COD in}) \times 100\%$$

$$= ((97,84 - 97,84) / 97,84) \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$\text{COD yang tersisihkan} = (\text{Mass COD in} - \text{Mass COD out})$$

$$= 0,56 \text{ kg/hari} - 0,56 \text{ kg/hari}$$

$$= 0 \text{ kg/hari}$$

NH<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ in} &= C \text{ NH}_3 \times Q \\ &= 324,58 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg} \\ &= 1,85 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mass NH}_3 \text{ out} &= C \text{ NH}_3 \times Q \\ &= 10 \text{ mg/L} \times 5,71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 1/10^6 \\ &\text{kg/mg} \\ &= 0,06 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Removal NH}_3 &= ((\text{NH}_3 \text{ in} - \text{NH}_3 \text{ out}) / \text{NH}_3 \text{ in}) \times 100\% \\ &= ((324,58 - 10) / 324,58) \times 100\% \\ &= 97\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 \text{ yang tersisihkan} &= (\text{Mass NH}_3 \text{ in} - \text{Mass NH}_3 \text{ out}) \\ &= 1,85 \text{ kg/hari} - 0,06 \text{ kg/hari} \\ &= 1,80 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Tabel 5. 12 Persentase Penyisihan Alternatif Pengolahan**

% removal	SSC	Kolam Anaerobik	Kolam Aerasi	Kolam Maturasi	Wetland
TSS	80%	80%	55%	0%	80%
BOD5	80%	85%	80%	0%	0%
COD	80%	65%	65%	0%	0%
Amoniak	0%	0%	30%	0%	97%

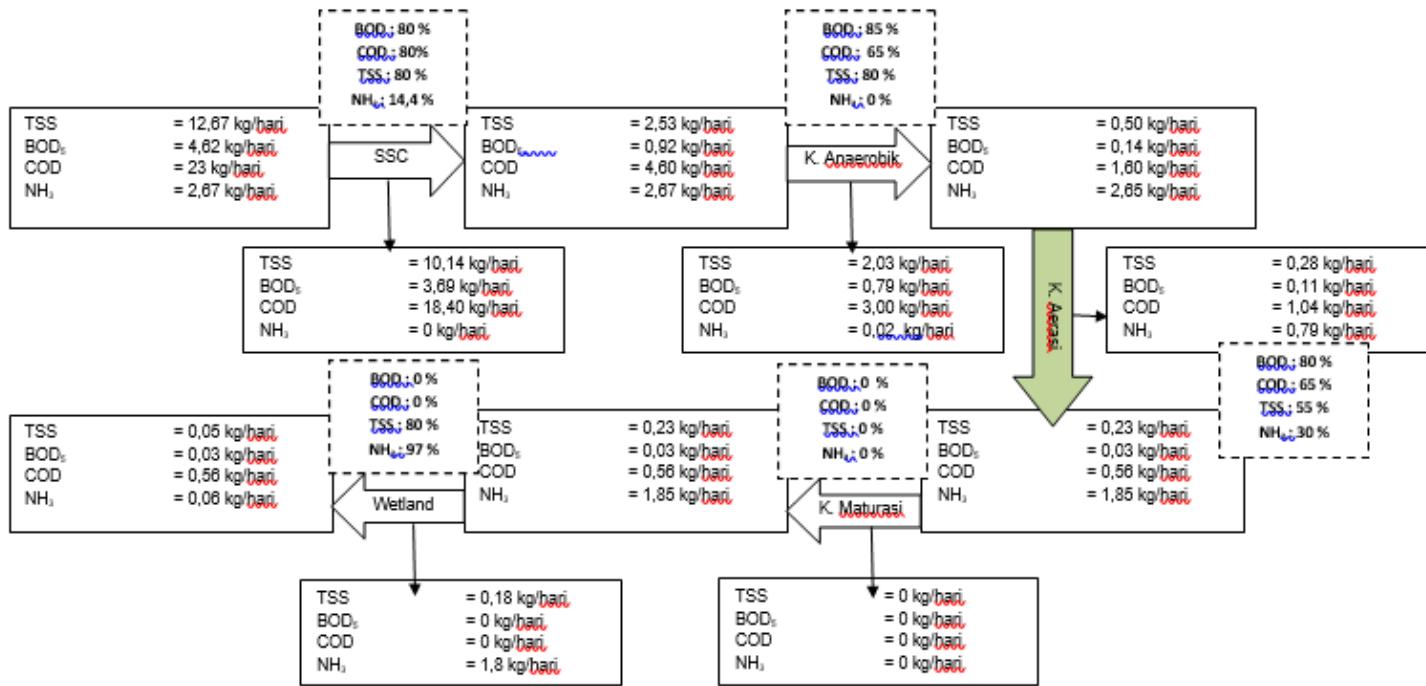
**Tabel 5. 13 Alternatif Pengolahan dengan Kolam Aerasi**

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Anaerobik		Kolam Aerasi		Kolam Maturasi		Wetland		Baku Mutu
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
TSS	mg/l	2200,00	440,00	440,00	88,00	88,00	39,60	39,60	39,60	39,60	7,92	30
BOD5	mg/l	801,86	160,37	160,37	24,06	24,06	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	30
COD	mg/l	3993,62	798,72	798,72	279,55	279,55	97,84	97,84	97,84	97,84	97,84	100
Amoniak	mg/l	463,68	463,68	463,68	463,68	463,68	324,58	324,58	324,58	324,58	9,73	10

**Tabel 5. 14 Mass Balance Alternatif Rekomendasi**

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Anaerobik		Kolam Aerasi		Kolam Maturasi		Wetland	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	Out
TSS	kg/hari	12,67	2,53	2,53	0,50	0,50	0,23	0,23	0,23	0,23	0,05
BOD5	kg/hari	4,62	0,92	0,92	0,14	0,14	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
COD	kg/hari	23,00	4,60	4,60	1,60	1,60	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Amoniak	kg/hari	2,67	2,67	2,67	2,65	2,65	1,85	1,85	1,85	1,85	0,06

Dari tabel 5.12 dan 5.13 diatas dapat disimpulkan bahwasanya Alternatif Kolam Aerasi dapat dijadikan rekomendasi untuk alternatif unit pengganti kolam fakultatif karena dapat menyisihkan BOD, COD , dan TSS sesuai dengan baku mutu yang ada yaitu BOD sebesar 4,81 mg/L dari 30 mg/L, COD sebesar 97,84 mg/L dari 100 mg/L, dan TSS sebesar 7,92 dari 30 mg/L. Sedangkan untuk penyisihan amoniak masih belum memenuhi baku mutu sebesar 32 mg/L dari 10 mg/L, dan perlu dikaji lagi alternatif unit tambahan yang dapat menurunkan persen penyisihan parameter amoniak yang paling efektif.



Gambar 5.5 Mass Balance Alternatif

#### 5.4 Komparasi Analisa Unit Eksisting dan Rekomendasi beserta SOP Pengelolaan

<b>Unit</b>	<b>Keadaan Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>SSC</b>	<p>Ketinggian lumpur tinja diatas pasir tidak ada karena SSC tidak menggunakan media pasir</p> <p>SSC yang dioperasikan berjumlah 4 unit dari 4 unit yang tersedia</p> <p>Durasi waktu pengisian lumpur tinja berlangsung selama 10 hari untuk 1 unit SSC</p> <p>Durasi pengeringan lumpur berjumlah 12 hari</p> <p>Pembersihan tiap unit SSC dilakukan setiap minggu</p> <p>Pada perencanaan awal kapasitas tampung tiap bak adalah 15 m<sup>3</sup>/hari (pada SOP) dan 45 m<sup>3</sup>/hari pada DED</p>	<p>Perlu media pasir sebagai penyeimbang media kerikil agar lebih efektif untuk pengolahan di SSC dengan ketinggian pasir 30 cm</p> <p>SSC yang dioperasikan berjumlah 4 unit dari 4 unit yang tersedia</p> <p>Pengisian lumpur tinja pada SSC dilakukan secara berurutan. Durasi waktu pengisian truk tinja berlangsung selama 5 hari untuk tiap SSC. Setelah 5 hari pengisian, maka pengisian lumpur tinja selanjutnya dilakukan pada unit yang disampingnya, dan begitu seterusnya</p> <p>Durasi pengeringan lumpur menjadi 10 hari</p> <p>Pembersihan tiap unit SSC dilakukan setiap 3 hari sekali</p> <p>Berdasarkan evaluasi perhitungan, kapasitas tampung tiap bak maksimum adalah 5 m<sup>3</sup>/hari</p>

<b>Unit</b>	<b>Keadaan Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>Kolam Anaerobik</b>	<p>HRT (waktu tinggal) kolam Anaerobik kapasitas eksisting dan kapasitas maksimum masih rendah tidak sesuai dengan kriteria desain dikarenakan volume lumpur tinja yang masuk ke IPLT masih sangat rendah. Namun pada waktu pengoperasian, waktu detensi tidak diperhatikan karena petugas operasional berpedoman bahwa apabila isi kolam sudah melampaui tinggi jagaan maka sudah saatnya dialirkan ke unit pengolahan berikutnya.</p> <p>OLR kapasitas eksisting belum memenuhi kriteria desain, dikarenakan debit air limbah tinja yang masuk ke IPLT masih sangat kecil. Kedalaman kolam memenuhi, tidak melebihi kriteria desain yang ada.</p> <p>Kedalaman Sudah memenuhi Kriteria yang ada</p> <p>Sampah dan benda terapung masih masuk ke kolam anaerobik</p>	<p>Debit masuk Influen harus ditingkatkan karena akan mempengaruhi waktu tinggal dan OLR kolam anaerobik agar dapat memenuhi kriteria desain yang ada.</p> <p>-</p>
		<p>Sampah dan benda terapung yang masuk ke kolam anaerobic arus dibersihkan tiap hari, dengan menggunakan alat penggaruk konvensional.</p> <p>Setiap enam bulan sekali perlu dilakukan pengurasan lumpur di dasar kolam anaerobik, dan diisi air segar kembali sebelum dibersihkan lagi.</p>

<b>Unit</b>	<b>Keadaan Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>Kolam Fakultatif</b>	<p>HRT (waktu tinggal) kolam fakultatif kapasitas eksisting belum memenuhi kriteria desain hampir mendekati, harus sedikit ditingkatkan lagi debit masuknya, sedangkan untuk debit maksimum sudah memenuhi kriteria desain.</p> <p>OLR pada kapasitas maksimum sebesar 178 g/m<sup>3</sup>.hari sudah memenuhi kriteria desain yang ada. Sedangkan pada kapasitas eksisting menunjukkan nilai sebesar 22.8 g/m<sup>3</sup>, nilai ini terlalu rendah, hal ini menyebabkan proses tidak dapat berjalan dengan optimal sehingga peningkatan beban air limbah harus diperhatikan.</p> <p>Kinerja kolam kurang optimal, karena removal parameter pencemar terlalu kecil.</p>	<p>Perlu adanya unit alternatif yang mempunyai efisiensi removal beban tercemar yang tinggi untuk menggantikan kolam fakultatif dikarenakan kinerja kolam yang kurang optimal</p> <p>Selanjutnya setiap enam bulan sekali harus dilakukan pengurusan lumpur dan diisi air segar kembali sebelum dioperasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembersihan sampah dan benda terapung serta tanaman air perlu dilakukan setiap hari</li> </ul>
<b>Kolam Maturasi</b>	<p>HRT (waktu tinggal) kolam maturasi kapasitas eksisting masih tinggi tidak sesuai dengan kriteria desain dikarenakan volume lumpur tinja yang masuk ke IPLT masih sangat rendah. belum memenuhi kriteria desain hampir mendekati, harus sedikit ditingkatkan lagi debit masuknya, sedangkan untuk debit maksimum mendekati kriteria desain, harus diperhatikan lagi kontrol debit yang masuk dikarenakan kolam maturasi sebagai kolam pengaman.</p> <p>OLR belum memenuhi kriteria desain, pada kapasitas maksimum sebesar 94.2 g/m<sup>3</sup>.hari, dan pada kapasitas eksisting sebesar 12.1 g/m<sup>3</sup>.hari, masih harus ditinjau lagi faktor penyebab rendahnya OLR dikolam maturasi yang tidak sesuai dengan kriteria desain.</p> <p>Penyisihan removal parameter pencemar terlalu kecil, ini menunjukkan bahwa kinerja kolam kurang optimal</p> <p>Effluent dari kolam maturase masih diatas dari baku mutu kualitas lingkungan air limbah yang diijinkan.</p>	<p>Kolam maturasi sebagai kolam pengaman.</p> <p>Pemeriksaan kualitas effluent kolam maturase perlu dilakukan setiap 3 bulan sekali, atau apabila terjadi penurunan kualitas effluent yang dihasilkan</p> <p>Pemeriksaan saluran pembuangan perlu dilakukan setiap hari, untuk memastikan tidak terjadi kemacetan atau buntu</p>

<b>Unit</b>	<b>Keadaan Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>Wetland</b>	Tumbuhan yang ada di Wetland sudah rusak dan hanya diisi oleh rumput ilalang/parasite dan perlu adanya Revitalisasi	Jenis tumbuhan yang akan ditanam perlu ditinjau dan dipelajari lagi lebih lanjut agar dapat efektif dan efisien sebagai media yang baik dalam menyisihkan beban organik. Di Rekomendasikan jenis Iris Pseuodacorus yang mampu menyisihkan ammonia sebanyak 97%.

<b>Unit</b>	<b>Keadaan Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>SDB</b>	Tebal lapisan penyaring, berupa pasir adalah 20 cm dan kerikil adalah 10 cm	Masing – masing tebal lapisan penyaring, berupa pasir dan kerikil adalah 30 cm, dengan dilakukan penambahan masing – masing media penyaring pasir dan kerikil.
		Dilakukan pemantauan media filter (lapisan penyaring) pada SDB. Apabila media filter sudah mencapai tingkat kejemuhan, maka dilakukan penggantian media filter secepatnya.
		Pembersihan (pencucian) unit SDB dilakukan 1 bulan sekali untuk mengurangi tingkat kejemuhan secara periodic
	Kadar air pada effluent dry solid SDB sebesar 30 %	Kadar air pada effluent dry solid SDB sebesar 20 %
	Kadar solid pada effluent dry solid SDB sebesar 70 %	Kadar solid pada effluent dry solid SDB sebesar 80 %
	SDB yang dioperasikan berjumlah 5 unit dari 5 unit yang tersedia	SDB yang dioperasikan berjumlah 5 unit dari 5 unit yang tersedia
	Pengurasan lumpur pada unit SDB dilakukan tiap minggu	Pengurasan lumpur pada unit SDB dilakukan 3 hari sekali
	Sludge Loading Rate adalah 2 kg/m <sup>2</sup> .hari	Sludge Loading Rate adalah 150 kg/m <sup>2</sup> .hari
	Total bed adalah 50 cm di atas pasir	Total bed adalah 30 cm di atas pasir
	Durasi pengeringan adalah 14 hari	Durasi pengeringan adalahh 14 hari

<b>Unit</b>	<b>SOP</b>	<b>Checklist</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>Masuknya Truk Ninja</b>	Truk tinja masuk melalui pintu gerbang kawasan IPLT Betoyoguci Kabupaten Gresik	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya
	Berhenti di Pos Jaga untuk memberikan laporan berupa : alamat asal truk tinja, nama pengemudi dan operator truk tinja, kapasitas volume tinja dan mengisi daftar buku keluar masuk truk tinja untuk mencatat jam masuk dan keluar truk, hari/tanggal dan tandatangan pengemudi atau yang bertanggungjawab	✓	
	Melakukan pembayaran di bagian administrasi dan kemudian bagian administrasi memberikan bukti pembayaran kepada pengemudi untuk disimpan dan dilaporkan kantornya (apabila dari perusahaan swasta)	✓	
	Selanjutnya truk tinja masuk ke lokasi IPLT dan menuju bak pengumpul atau inlet dan membuang lumpur tinja hasil sedotan dari tangki septic ke dalam bak pengumpul. Posisi truk tinja adalah mundur menuju bak inlet memasuki jalur yang telah tersedia dengan posisi lebih tinggi	✓	
	Setelah tangki penampung lumpur tinja kosong, truk tinja langsung maju dan menuju jalan keluar area IPLT	✓	
	Lumpur tinja yang telah diisikan ke dalam bak inlet akan disaring dengan screen yang terdapat pada bak inlet berupa kisi-kisi dari pipa PVC yang dibungkus dalam reducer yang dipasang dengan kemiringan 60° terhadap dinding pemisah antar bak inlet ke Unit SSC	✓	

<b>Unit</b>	<b>SOP</b>	<b>Checklist</b>	<b>Rekomendasi</b>
<b>SSC</b>	SSC terdiri atas 4 bak dan masing-masing bak diberi sekat horizontal dari bahan beton berlubang sebagai penahan padatan lumpur tinja yang masuk agar terpisah dari rembesan cairannya. Masing-masing bak memiliki inlet dan outlet. Kapasitas tampung tiap bak adalah 15 m <sup>3</sup> /hari	X	Tidak konsisten antara kapasitas maksimum DED Perencanaan dengan SOP yang dibuat Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Setelah lumpur dituang dalam SSC, maka akan terjadi proses pemisahan padatan lumpur dan cairan (supernatan limbah tinja). Didalam bak SSC dipasang penapis berupa sekat yang perforasi yang terbuat dari bahan AGCR sebagai penapis lumpur agar tidak ikut dalam ruang penampung supernatan bagian bawah. Lumpur tinja akan mengendap pada penapis pada ruang bagian atas SSC. Sedangkan supernatan tertampung di bagian bawah	✓	

	Lumpur tinja yang tertahan akan memiliki waktu pengeringan sampai 15 hari sampai kolam SSC penuh selanjutnya truk tinja mengisi bak SSC yang lain.	X	Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Supernatan limbah akan keluar melalui pipa outlet menuju ke kolam stabilisasi pertama yaitu Kolam Anaerobik	✓	-
	Setelah bak SSC pertama penuh selanjutnya truk tinja akan mengisi bak SSC yang kedua. Dan seterusnya. Jadi masing-masing bak SSC memiliki inlet sendiri. Dalam bak SSC akan terjadi pencernaan lumpur tinja selama 10 hari di bak yang pertama.	X	Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Proses pencernaan ini terjadi sangat lambat yaitu antara 1-7 hari. Sebagai hasil pengolahan akan terbentuk zat berwarna gelap dan relatif tidak berbau lagi. Selama 20 hari Lumpur dianggap sudah stabil ini harus dikeluarkan secara rutin dengan tenaga manual dimasukkan dalam sludge drying bed. Lumpur yang terbentuk direncanakan 20% dari kandungan air lumpur tinja yang masuk	X	
	Supernatan yang menuju dasar bak SSC selanjutnya masuk dalam pipa orifice untuk dialirkan menuju Kolam Anaerobik	✓	-
	Dalam SSC direncanakan penurunan kandungan organik adalah sebesar 80%. Dari konsentrasi awal BOD sebesar 4000 mg/L maka efluen akan mengandung 800 mg/L.	✓	-
	Sedangkan penyisihan E. Coli akan terjadi mencapai efluen 71,4 MPN/100 ml dengan removal sebesar 48%.	X	Belum dilakukan perhitungan removal penyisihan Total Coliiform

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Kolam Anaerobik	Cairan akan mengalir melalui pipa outlet SSC setelah terjadi penapisan antara supernatan dan padatan lumpur. Cairan supernatan tersebut menuju ke masing-masing kolam Anaerobik yang terbangun secara paralel.	✓	-
	Pada sistem inlet cairan yang keluar dari pipa pembawa akan masuk ke pipa pembagi aliran yang telah diberi lubang perforasi. Tujuannya agar terjadi pemerataan debit ke seluruh permukaan kolam.	✓	-

	Selanjutnya padatan akan mengendap dan diolah secara anaerobik oleh peranan mikroorganisme anaerobik, yaitu bakteri yang mampu hidup tanpa kehadiran oksigen dalam reaktor.	✓	-
	Kemudian cairan yang telah terolah di unit Kolam Anaerobik ini akan menuju kolam fakultatif melalui pipa pelimpah dan pipa outlet jika telah terjadi overload.	✓	-
	Proses pengendapan lumpur dibantu dengan adanya sekat atau baffle yang ditambahkan dalam Kolam anaerobik tersebut.	✓	-
	Supernatan yang masih mengandung padatan terlarut ini akan mengalir dan aliran akan membelok dengan adanya sekat, sehingga padatan terlarut akan mengendap secara gravitasi dalam aliran yang lambat dan laminar dalam kolam anaerobik ini.	✓	-
	Di dalam Kolam anaerobik direncanakan akan terjadi penyisihan kandungan organik sebanyak 80% dan waktu tinggal dalam kolam selama 2 hari sesuai Kriteria desain	X	Masih ada kesalahan pahaman dalam pemilihan kriteria desain waktu tinggal, Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Kedalaman kolam sedalam 2 m cukup mengondisikan kualitas sistem pengolahan dalam kolam secara anaerobik.	✓	-

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Kolam Fakultatif	Efluen dari Kolam Anaerobik akan masuk melalui sistem inlet Kolam Fakultatif.	✓	-
	Pada lapisan atas kolam Anaerobik terjadi pengolahan limbah secara aerobik. Dan pada dasar kolam terjadi suasana anaerobik. Oleh sebab itu mikroorganisme yang bekerja dalam Kolam Fakultatif ini adalah bakteri anaerob dan bakteri aerob.	✓	-
	Dalam kolam fakultatif ini supernatan akan diolah selama 7 hari dengan rencana perombakan kandungan organik sebanyak 85%. Sehingga konsentrasi BOD efluen dapat mencapai 24 mg/L. kandungan E. Coli dapat disisihkan sampai 0,02 MPN/100 ml.	X	Td sudah sesuai dengan kriteria desain yang ada, hanya saja penyisihan removal konsentrasi parameter uji belum memenuhi baku mutu pada debit eksisting, jadi perlu adanya uprating unit.

	Supernatan yang sudah terolah dengan waktu detensi selama 7 hari selanjutnya akan mengalir secara kontinyu ke kolam maturasi	X	Belum dilakukan perhitungan removal penyisihan Total Coliiform Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
--	--	---	---

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Kolam Maturasi	Supernatan lumpur tinja yang sudah diolah di Kolam Fakultatif selanjutnya mengalir masuk ke unit Kolam Maturasi	✓	-
	Disini supernatan akan diolah dalam waktu detensi selama 5 hari	X	Td kurang memenuhi kriteria desain yang ada Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Pada dasar kolam Maturasi juga akan terkumpul lumpur tinja yang dilakukan pematangan dalam waktu detensi tersebut.	✓	-
	Selama didiamkan selama dalam kolam maturasi direncanakan bahan organik akan tereduksi sebanyak 65% dan kandungan E. Coli dapat mencapai efisiensi >99%.	X	Person penyisihan kolam maturase tidak berjalan secara optimal Belum dilakukan perhitungan removal penyisihan Total Coliiform
	Bak maturasi direncanakan sebanyak 2 unit, sehingga proses penurunan kandungan organik dalam air limbah akan lebih baik efisiensinya.	X	Dilapangan hanya 1 unit yang bekerja
	Selanjutnya efluent akan dialirkan ke Unit wetland sedangkan lumpur diambil secara manual dibawa dan dihamparkan di Sludge Drying Bed	✓	-

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Wetland	Kolam wetland diberi bantalan dari kerikil dan pasir	✓	-
	Selanjutnya ditumbuhkan tanaman air yang bersifat kering untuk ditumbuhkan dalam lahan pasir.	✓	-
	Efluen limbah lumpur tinja sebelum dialirkan ke badan air penerima akan dibuang dulu dalam wetland.	✓	-
	Unit wetland sendiri adalah kolam yang diberi media pasir atau kerikil dan ditumbuhkan tumbuhan air yang berfungsi sebagai fitoremediasi. Beberapa tumbuhan air yang dapat ditumbuhkan dalam media tersebut	X	Td belum memenuhi kriteria desain, dan tumbuhan yang digunakan di lapangan sudah tidak berfungsi

	antara lain : bunga canna, Sanciverra, bambu air, rumput gajah, cattail, cyperus, dan lain-lain.		Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Waktu detensi dalam unit wetland ini adalah selama 1-7 hari.	X	
	Selanjutnya efluen dari Kolam maturasi dialirkan melalui inlet kolam wetland	✓	-
	Efluen ini telah mengandung organik terlarut yang terdegradasi, sebelum dialirkan ke badan air penenrima selalu dilakukan pemeriksaan uji kualitas eefluen limbah lumpur tinja.	✓	-

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Sludge Drying Bed	Lumpur yang diambil secara manual dari Bak SSC dan masing-masing Kolam Stabilisasi akan dihamparkan begitu saja dalam unit SDB	✓	-
	Dalam unit SDB ini waktu pengeringan 10-20 hari. Lumpur yang berasal dari unit SSC diperkirakan sudah dapat langsung dimanfaatkan sebagai kompos. Begitu juga endapan lumpur dari kolam stabilisasi lainnya.	X	Perlu mengikuti rekomendasi pada tabel 5.4.
	Para tenaga kerja yang tersedia bertugas mengeruk dan mengangkut lumpur untuk dipindahkan ke unit SDB ini	✓	-
	Lumpur harus terhampar merata di unit SDB agar cepat kering oleh sinar matahari	✓	-
	Unit SDB dilengkapi atap terbuat dari rangka baja beratap fiber untuk menyerap sinar matahari yang berfungsi dalam pengeringan dan pematangan lumpur tinja untuk selanjutnya dapat dimanfaatkan jadi pupuk kompos.	✓	-

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Umum	Pastikan semua peralatan dapat berfungsi dengan baik	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya

	Pastikan semua sistem kontrol baik manual atau elektrik dapat beroperasi dengan baik	✓	
	Pastikan ketersediaan air bersih di lokasi IPLT	✓	
	Pastikan keselamatan tiap unit terutama pagar pembatas untuk unit kolam dengan kedalaman tinggi	✓	
	Dilakukan pemeriksaan dan pencatatan debit dan level kontrol permukaan air limbah disetiap unit pengolahan	✓	
	Semua operator dan pengawas yang bertugas telah paham dengan operasional tiap unit pengolahan dan masing-masing memiliki tugas dan fungsi sesuai SOP	✓	
	Semua buku petunjuk tersedia dan dapat dijangkau dengan cepat apabila diperlukan	✓	
	Dipastikan lingkungan sekitar bangunan IPLT selalu terjaga kebersihannya dengan pembagian tugas kebersihan kepada petugas lapangan	✓	
	Pemantauan pada atap unit SSC dan SDB dari bocor terutama di musim hujan karena air yang masuk akan menghambat proses pengeringan lumpur	✓	

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Truk Ninja	Truk ninja harus senantiasa terjaga kebersihannya. Terutama bagian luar dari bak dan pipa penyedot lumpur ninja. Karena lumpur ninja mengandung bibit penyakit yang ditimbulkan dari bakteri patogen E. Coli	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya
	Truk ninja dapat dicuci setelah digunakan selama masa operasi tiap seminggu sekali untuk mencegah kerak yang timbul yang dapat merusak bak truk	✓	
	Harus dilakukan pelumasan truk secara rutin agar truk tidak berkarat dan pompa senantiasa dirawat dari kerak agar tetap berfungsi dengan baik	✓	

	Selang lumpur tinja juga harus dicuci setelah penggunaan seminggu sekali agar terjaga dari kontaminasi bakteri patogen	✓	
--	--	---	--

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
<b>Manhole</b>	Manhole harus diberi tutup yang dapat dibuka dan ditutup secara rutin	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya
	Manhole berfungsi sebagai bak kontrol untuk melakukan pengujian kualitas influen dan efluen limbah sebelum dibuang ke badan air penerima	✓	
	Manhole diletakkan disetiap sambungan pipa antar/menuju unit bangunan pengolahan	✓	
	Manhole selalu diperiksa dan dibersihkan apabila tersumbat	✓	

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
<b>Perpipaan</b>	Dilakukan pemeriksaan aliran hidrolik dan level muka air pada pipa inlet dan outlet	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya
	Menjaga kebersihan daerah inlet dan outlet	✓	
	Membersihkan rumput liar yang tumbuh di area IPLT	✓	
	Membersihkan kerak yang tumbuh di perpipaan agar tidak menjadi karat mengingat zat-zat tertentu dalam limbah dapat mengandung asam, sehingga akan mempersingkat umur pipa	✓	

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
<b>Kolam Pengolahan</b>	Selalu dilakukan pemantauan terhadap level muka air, bila sudah penuh dapat dialirkan ke kolam cadangan	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya

	Apabila akan dilakukan pembersihan kolam, isi kolam tidak dihabiskan harus masih terisa cairan, karena akan mempengaruhi profil hidrolis dan umur bangunan/kestabilan bangunan	✓	
	Harus selalu dilakukan pengontrolan terhadap waktu detensi di masing-masing kolam sesuai perencanaan teknis. Karena jika umur limbah melebihi waktu tinggalnya akan timbul bau	✓	
	Sebaiknya dibuatkan LABEL nama di tiap-tiap unit bangunan dan Lay Out harus terpampang di pintu masuk IPLT untuk mempermudah akses pengontrolan operasional kolam pengolah	✓	

Unit	SOP	Checklist	Rekomendasi
Petugas	Petugas pembuang lumpur tinja diwajibkan memakai sarung tangan karet saat memegang slang lumpur tinja dan setelah selesai melakukan aktivitas segera mencuci tangannya dengan sabun antiseptik	✓	
	Petugas harus diberi briefing mengenai Standard teknis operasional keseluruhan unit pengolahan di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja, mengenai layout dan detail bangunannya serta sistem pengalirannya	✓	
	Petugas selalu menggunakan APD seperti : masker, sarung tangan, sepatu boot, dan lain-lain	✓	
	Petugas selalu mengecek dan mengontrol jalannya operasional semua unit bangunan apakah bekerja dengan baik	✓	Penerapan sudah sesuai, hanya perlu ditingkatkan pengawasannya
	Melakukan pencatatan dan pelaporan rutin setiap hari, dimulai dari data administrasi truk tinja yang masuk, juga pencatatan teknis	✓	
	Petugas yang bertugas dilakukan shift agar operasional IPLT dapat terkontrol selama 24 jam	✓	
	Segara melakukan pelaporan apabila menemui kondisi yang tidak sesuai SOP	✓	

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **BAB VI** **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan di IPLT Betoyoguci, maka dapat disimpulkan:

1. IPLT Betoyoguci dengan debit eksisting (5,76m<sup>3</sup>) belum mampu mengolah seluruh limbah tinja secara optimal pada setiap unit yang ada sehingga belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan.
2. Alternatif Kolam Aerasi dapat dijadikan rekomendasi untuk alternative unit pengganti kolam fakultatif karena dapat menyediakan BOD, COD , dan TSS sesuai dengan baku mutu yang ada yaitu BOD sebesar 4,81 mg/L dari 30 mg/L, COD sebesar 97,84 mg/L dari 100 mg/L, TSS sebesar 7,92 dari 30 mg/L NH<sub>3</sub> sebesar 9,73 mg/L dari 10 mg/L, dan PH sebesar 7,77. Minyak dan Lemak dan Total Coliform belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan perlu dikaji lagi alternatif pengolahannya.

### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari evaluasi ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) dan pentingnya pengurusan lumpur tinja.
2. Program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) perlu dioptimalisasikan agar Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Betoyoguci memenuhi debit kapasitas maksimum yaitu 45 m<sup>3</sup>/hari.
3. Perawatan terhadap Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) sangat penting untuk diperhatikan agar kinerja bangunan tetap baik dan sesuai dengan perencanaan awal.

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Asmadi dan Suharno. 2012. Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2018. Kabupaten Gresik Dalam Angka 2018. Gresik: BPS Kabupaten Gresik
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Faecal Sludge Management : System Approach for Implementation and Operation. Published by IWA.
- Hermana, J. 2008. Perencanaan Separation Chamber dan Drying Area pada Instalasi PEngolahan Lumpur Tinja. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Kementerian LH. 2003. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kementerian PU. 2012. Perencanaan Pengolahan Limbah Setempat.
- Lee, C.C. 2007. Handbook of Environmental Engineering Calculations, Edisi Kedua. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Liptak, J., Liu, H. F. 1999. Wastewater Treatment. CRC Press LLC. Vancouver, United States
- Mara, D.D., Alabaster, G.P., Pearson, H.W., dan Mills, S.W. 1992. Waste Stabilization Ponds: A Design Manual for Eastern Africa. Leeds: Lagoon Technology International
- Mara, D.D. dan Pearson, H.W. 1998. Design Manual for Waste Stabilization Ponds in Mediterranean Countries. Leeds: Lagoon Technology International.
- Mara, D. 2004. Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. USA :Eartscan.
- Materi Bidang Air Limbah I Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP. 2013. Kementerian Pekerjaan Umum.

- Metcalf dan Eddy. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal, and Reuse Edisi Ketiga. New York: McGraw Hill.
- Metcalf and Eddy .2003. Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse. Tchobanoglous, G., Burton, F.L. eds. McGraw-Hill Book Company
- Metcalf dan Eddy. 2014. Wastewater Engineering Volume 2, Treatment and Resource Recovery. Edisi Kelima Singapura: McGraw Hill.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04 tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Setiawan. 2014. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair: Suatu Pengantar. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Siregar, SA. 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius.
- Sugiharto. 2008. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Qasim, S. R.1985. Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation. New York: CBS College Publishing.
- Yalcuk, A., dan Ugurlu, A. 2009. Comparison of Horizontal and Vertical Constructed Wetland System for Landfill Leachate Treatment. Bioresour Technology. Vol 100. PP 2521-2526.
- Minyak Solardari Laut Belawan. Tesis. Universitas Sumatera Utara, Medan.

# LAMPIRAN A: BUKTI HASIL UJI LAB



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA



Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

## LAPORAN HASIL UJI

No. 02197-02206/19/LHU/2/IV/2019

Nomor Analisa : 2019P02197 s/d 2019P02206

Nama Pengirim : RAKA PUTRA NUGRAHA

Contoh : Air Limbah Domestik

Alamat : Jl. Keputih Gang I No. 3 B Surabaya

Merk : Terlampir

Tarikh Sampel : 18 Maret 2019

Catatan Sampel : 3L Air Limbah dalam bolol

Parameter	Satuan	Kode Sampel				Metode Uji
		P. 02197 (1)	P. 02198 (2)	P. 02199 (3)	P. 02200 (4)	
pH	-	6,84	6,99	6,99	6,77	SNI 06-6989.11-2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	2200	1500	1500	1176,5	SNI 06-6989.3-2004
Minyak dan Lemak	mg/L	1174,8	979	979	521,8	SNI 6989.10.2011
BOD <sub>5</sub>	mg/L	801,86	503,6	503,6	399	SNI 6989.72.2009
COD	mg/L	3993,62	2109	2109	1212,8	SNI 6989.2.2009
Total Coliform	koloni/100mL	5230000	4190000	4190000	3570000	MU-5 4-2.1-10 (membran filter)
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	463,68	396,8	396,8	307	SNI 06-6989.30-2005

Parameter	Satuan	Kode Sampel				Metode Uji
		P. 02201 (5)	P. 02202 (6)	P. 02203 (7)	P. 02204 (8)	
pH	-	6,77	7,02	7,02	7,54	SNI 06-6989.11-2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1176,5	954	954	504	SNI 06-6989.3-2004
Minyak dan Lemak	mg/L	521,8	419	419	227	SNI 6989.10.2011
BOD <sub>5</sub>	mg/L	399	267,8	267,8	234	SNI 6989.72.2009
COD	mg/L	1212,8	932	932	514,7	SNI 6989.2.2009
Total Coliform	koloni/100mL	3570000	2788000	2788000	1500000	MU-5 4-2.1-10 (membran filter)
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	307	296	296	156,4	SNI 06-6989.30-2005

Parameter	Satuan	Kode Sampel		Metode Uji
		P. 02205 (9)	P. 02206 (10)	
pH	-	7,54	7,77	SNI 06-6989.11-2004
Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	504	145	SNI 06-6989.3-2004
Minyak dan Lemak	mg/L	227	127	SNI 6989.10.2011
BOD <sub>5</sub>	mg/L	234	178	SNI 6989.72.2009
COD	mg/L	514,7	338	SNI 6989.2.2009
Total Coliform	koloni/100mL	1500000	1430000	MU-5 4-2.1-10 (membran filter)
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	156,4	93	SNI 06-6989.30-2005

Catatan :

Parameter di uji sesuai dengan permintaan



Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Pernyataan :  
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas  
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya  
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## LAMPIRAN B : PENJADWALAN SSC IPLT

SSC	Waktu (hari)																																
	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			
Bak I																																	
Pengisian	1	2	3	4	5																				1	2	3	4	5				
Pengerigan						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													1	2	3	4	5	
Pengurasan																					1												
Bak II																																	
Pengisian						1	2	3	4	5																							
Pengerigan											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
Pengurasan																															1		
Bak III																																	
Pengisian															1	2	3	4	5														
Pengerigan																					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pengurasan																																1	
Bak VI																																	
Pengisian																					1	2	3	4	5								
Pengerigan																					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pengurasan																																	

**Rencana Penjadwalan Baru SSC**

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## LAMPIRAN C: SPESIFIKASI SURAFACE AERATOR

Type	Small	Medium	Large	
Oxygen Injection & Dynamic Mixing/Cooling For Water & Wastewater Application				
Model	EcoMix & Envy			
Power (HP)	Power: 1.2,3HP	Power: 5-7.5HP	Power: 10,15,20HP	
Rotation	EcoMix = 3000 RPM		Envy = 1500 RPM	
Voltage	As Per Costumer's Requirements (Standard 220/380VAC - 3Phase)			
Motor	TEFC Motor Enclosed F Class Insulations (Non EX)			
Shaft/Casing	Anti Corrosion Steel SUS 304			
Floater By: FRP + PU Filter	INTEGRATED SINGLE FLOATER	DOUBLE FLOATER + SS FRAME Connector	DUAL DOUBLE FLOATER + SS FRAME Connector	
Rotating Parts	Nylon Sleeve, Single Shaft (EcoMix)	Sealed Bearing, Connector (Envy)		
Max Depth	2.0m - 2.7m	2.5m - 3.5m	3m - 3.5m	
Max Volume	20m <sup>3</sup> - 100m <sup>3</sup>	30m <sup>3</sup> - 290m <sup>3</sup>	250m <sup>3</sup> - 800m <sup>3</sup>	
O <sub>2</sub> Transfer	1,80 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (1HP) 2,85 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (2HP) 3,85 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (3HP)	6,80 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (5HP) 6,85 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (7,5HP)	12,80 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (10HP) 18,55 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (15HP) 24,30 KgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (20HP)	

Surface Aerator adalah mesin untuk mensuplai oksigen ke dalam air, berguna untuk menurunkan kadar COD/BOD dalam air limbah, menghilangkan bau, memperkaya kandungan oksigen (Dissolved Oxygen) dalam air dapat berfungsi juga sebagai pendingin (Cooler) dan Pengaduk (Agitator/Mixer), kandungan oksigen dalam air sangat dibutuhkan sebagai syarat hidup mikroba AEROB yang akan mendegradasi kandungan organik (COD/BOD) dalam limbah cair, dapat juga digunakan untuk keperluan tambak, peternakan ikan/udang.

Ultimate Surface Aerator USA Ecomix, dengan tenaga motor listrik sebesar 5,5HP dalam putaran mesin 3000RPM memberikan daya injeksi oksigen yang besar ke dalam air, menggunakan Dynamic Ballanced Propeller menjadikan mesin ini mempunyai kekuatan mixing yang memadai. telah dipakai untuk berbagai aplikasi limbah cair industri textile, pulp & paper, stp, olekimia, kelapa sawit, farmasi, industri makanan

& minuman, industri susu, peternakan, rumah potong hewan, dll

## DATA TEKNIS

BRAND : USA I ECOMIX 5  
POWER MOTOR : 5,5 Tenaga Kuda (HP)  
OXYGEN TRANSFER : MAX 6,8 KgO<sub>2</sub>/Jam \*)  
KEDALAMAN : 2,5 - 3,5 m  
(Tergantung Pengaturan)

### MATERIAL :

Motor Listrik : CAST IRON (Standar Pabrik)  
Mesin Aerator : Stainless Steel 304  
Pelampung : Dual Floater Fiberglass with UV Protection (Ditawarkan Terpisah)  
Ukuran Unit Kumplit : 2,2m x 1,25m x 0,6m (PxLxT)  
Ukuran Packing : 2,0m x 1,25m x 0,4m (Packing Kayu Standar Expedisi)  
Berat Mesin : +56 Kg  
Berat Floater : +14 Kg  
Berat Saat Pengiriman : 56 Kg (Hanya Mesin)  
Note: Harga Ditawarkan Hanya Untuk Mesin Saja,  
Pelampung/Floater ditawarkan terpisah

## LAMPIRAN D: PROFIL HIDROLIS

Profil hidrolis untuk IPLT ini dibuat dengan kriteria sebagai berikut:

- Beda elevasi muka air antar kolam dibuat dengan ketinggian (5-10) cm
- Elevasi dasar pengering lumpur haruslah lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik
- Elevasi muka air SSC harus lebih tinggi minimal 1,8 m di atas pipa *inlet* pengering lumpur
- Elevasi muka air sumur pompa harus lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik
- Elevasi muka air maksimal badan air penerima 0,5 m di bawah *outlet* kolam maturasi atau dibuat lebih dalam.

Penerapan profil hidrolis haruslah menyesuaikan dengan elevasi muka tanah asli untuk memperkecil biaya pekerjaan gali dan urug tanah. Selain itu, elevasi dibuat semaksimal mungkin terhadap badan air penerima untuk memperkecil biaya operasi pompa.

Perhitungan profil hidrolis didasarkan pada hasil perhitungan headloss dari masing-masing unit pengolahan. Pada umumnya sistem pembuangan harus mampu mengalirkan air buangan yang mengandung bahan-bahan padatan untuk maksud tersebut aliran air dari unit pengolahan satu ke pengolahan lainnya harus memiliki kemiringan yang cukup agar air dapat mengalir secara gravitasi. Untuk itu direncanakan pada masing-masing unit pengolahan dibuat dengan kemiringan 1%. Elevasi muka air diawali unit bangunan didasarkan pada elevasi tanah bangunan pengolah.

Semua perhitungan Headloss di setiap unit menggunakan rumus berikut :

$$Hf = \left[ \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right]^{1.85} \times L$$

## 1. UNIT SSC

kedalaman Kolam Anaerobik = 2,5 m

tinggi hf

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen = 45 m<sup>3</sup>/hari

Panjang Pipa = 3 m

kecepatan aliran (V) = 0,7 m/det

Ac pipa = 0,00074405 m<sup>2</sup>

diameter pipa = 0,03098486 m

*Perhitungan headloss pipa:* = 100 mm

C = 100

Hf = 0,0281395 m

Headloss minor = 0,01406973 m

Total Headloss = 0,04220918 m

Slope Pipa = 0,0140697 m

Tinggi muka air = selisih ketinggian bak pengumpul dan anaerobik + kedalaman + hf

kedalaman bak SSC = 1,5 m

Ht tot = 0,04220918 m

tinggi muka air bak penampung = 3,5947904 m

selisih tinggi unit SSC dan anaerobik = 0,000 m

Tinggi muka air di Kolam SSC = **3,63699956** m

## **2. UNIT BAK PENAMPUNGAN**

kedalaman Kolam Anaerobik = 2,5 m  
tinggi hf

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen	=	45	m <sup>3</sup> /hari
Panjang Pipa	=	3	m
kecepatan aliran (V)	=	0,7	m/det
Ac pipa	=	0,000744048	m <sup>2</sup>
diameter pipa	=	0,030984858	m
<i>Perhitungan headloss pipa:</i>	=	100	mm
C	=	100	
Hf	=	0,0281395	m
Headloss minor	=	0,01406973	m
Total Headloss	=	0,04220918	m
Slope Pipa	=	0,0140697	m

Tinggi muka air = selisih ketinggian bak pengumpul dan anaerobik + kedalaman + hf

kedalaman bak penampung	=	1,5	m
Ht tot	=	0,04220918	m
tinggi muka air anaerobik	=	2,5525812	m
selisih tinggi unit fakultatif dan anaerobik	=	1,000	m
Tinggi muka air di Kolam penampung	=	<b>3,59479038</b>	m

## **3. UNIT KOLAM ANAEROBIK**

kedalaman Kolam Anaerobik = 2,5 m  
tinggi hf

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen	=	36	m3/hari
Panjang Pipa	=	3	m
kecepatan aliran (V)	=	0,7	m/det
Ac pipa	=	0,000595238	m2
diameter pipa	=	0,0277137	m
<i>Perhitungan headloss pipa:</i>	=	100	mm
C	=	100	
Hf	=	0,0186222	m
Headloss minor	=	0,00931112	m
Total Headloss	=	0,02793337	m
Slope Pipa	=	0,0093111	m

Tinggi muka air = selisih ketinggian fakultatif dan anaerobik + kedalaman + hf

kedalaman kolam anaerobik	=	2,5	m
Ht tot	=	0,02793337	m
tinggi muka air fakultatif	=	2,5123239	m
selisih tinggi unit fakultatif dan anaerobik	=	0,012	m
Tinggi muka air di Kolam anaerobik	=	<b>2,55258120</b>	m

4. UNIT KOLAM FAKULTATIF

kedalaman Kolam Fakultatif	=	2,5	m
tinggi hf	=		

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen	=	28,8	m <sup>3</sup> /hari
Panjang Pipa	=	2	m
kecepatan aliran (V)	=	0,7	m/det
Ac pipa	=	0,00047619	m <sup>2</sup>
diameter pipa	=	0,024787887	m
<i>Perhitungan headloss pipa:</i>	=	100	mm
C	=	100	
Hf	=	0,0082159	m
Headloss minor	=	0,00410797	m
Total Headloss	=	0,01232391	m
Slope Pipa	=	0,0061620	m

Tinggi muka air = selisih ketinggian faultatif  
dan maturasi + kedalaman + hf

kedalaman kolam fakultatif	=	2,5	m
Ht tot	=	0,01232391	m
tinggi muka air maturasi	=	1,5000000	m
selisih tinggi unit wfakultatif dan maturasi	=	1,000	m
Tinggi muka air di Kolam fakultatif	=	<b>2,51232391</b>	m

##### 5. UNIT KOLAM MATERASI

kedalaman Kolam Maturasi = 1,5 m

tinggi hf

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen	=	23,04	m3/hari
Panjang Pipa	=	2	m
kecepatan aliran (V)	=	0,7	m/det
Ac pipa	=	0,000380952	m2
diameter pipa	=	0,02217096	m
<i>Perhitungan headloss pipa:</i>	=	100	mm
C	=	100	
Hf	=	0,0000761	m
Headloss minor	=	0,00003807	m
Total Headloss	=	0,00011422	m
Slope Pipa	=	0,0000571	m

Tinggi muka air = elevasi dasar + kedalaman+hf

kedalaman kolam maturasi	=	1,5	m
Ht tot	=	0,00011422	m
tinggi muka air wetland	=	1,0009852	m
selisih tinggi unit wetland dan maturasi	=	0,500	m
Tinggi muka air di Kolam Maturasi	=	<b>1,50109943</b>	m

## 6. UNIT WETLAND

Kedalaman Wetland adalah 1 m

Elevasi banjir	=	2	m
(Ketinggian diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan)			
Kedalaman Kolam Wetland	=	1,000	m
Elevasi dasar kolam	=	0	m

Tinggi Hf = 0,0009852 m

Direncanakan:

pengaliran dengan gravitasi

Q influen = 45 m<sup>3</sup>/hari

Panjang Pipa = 5 m

kecepatan aliran (V) = 0,7 m/detik

Ac pipa = 0,0007 m<sup>2</sup>

diameter pipa = 0,031 m

*Perhitungan headloss pipa:*

C = 100

Hf = 0,000657 m

Headloss minor = 0,000328 m

**Total headloss = 0,000985 m**

**Slope pipa (S) = 0,000197 m/m**

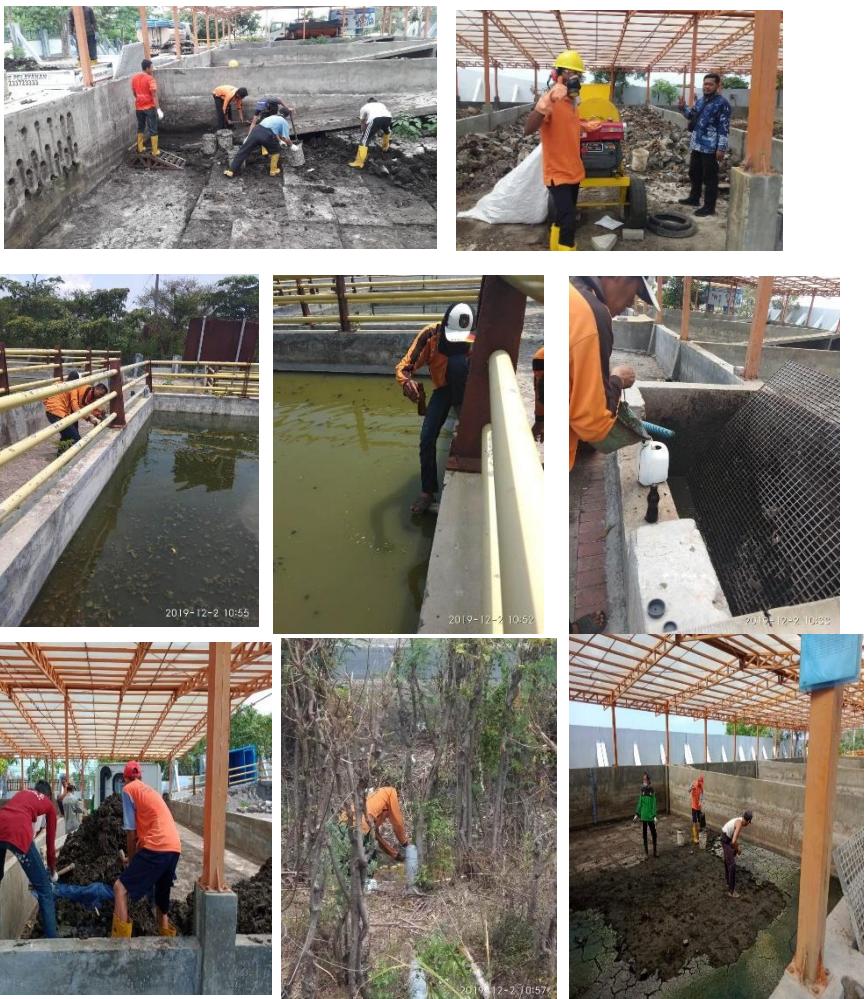
Tinggi muka air = elevasi dasar + kedalaman+hf

tinggi muka air = 1,0009852 m

Berdasarkan bentuk lahan eksisting, unit iplt yang akan dibangun di desa Betoyoguci kecamatan Manyar Kabupaten Gresik ini dibangun memanjang mengikuti bentuk lahan. Gambar detail akan dapat diperlihatkan dalam Lampiran Layout dan Siteplan rencana. Sistem pengaliran memanfaatkan topografi lahan yang datar sehingga dapat direkayasa untuk pengaliran secara gravitasi.

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## LAMPIRAN E: DOKUMENTASI HASIL SURVEY



Aktivitas di IPLT

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **LAMPIRAN F: GAMBAR TEKNIK**

Gambar teknik adalah gambar yang dibuat dengan menggunakan cara-cara, ketentuan-ketentuan, aturan-aturan yang telah disepakati bersama oleh para ahli teknik. Sebagai suatu alat komunikasi, gambar teknik mengandung maksud tertentu, perintah-perintah atau informasi dari pembuat gambar (perencana) untuk disampaikan kepada pelaksana atau pekerja di lapangan (bengkel) dalam bentuk gambar kerja yang dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa kode-kode, simbol-simbol yang memiliki satu arti, satu maksud, dan satu tujuan.

**“HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, 14 Oktober 1996, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Karawaci Baru 7. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan SMP di SMPN 9 Kota Tangerang serta melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Kota Tangerang. Pada tahun 2014 penulis lulus SMA dan diterima di jurusan Teknik Lingkungan FTSLK - ITS melalui

jalur SNMPTN dengan NRP 03211440000023. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di Hanil Jaya Steel Pabrik Besi dan Baja di Sidoarjo selama 30 hari. Penulis juga sempat aktif dalam kegiatan organisasi tingkat jurusan dan institut. Penulis pernah menjabat sebagai Kepala Bidang Seni di Departemen Seni dan Olahraga HMTL FTSLK ITS periode 2015-2016.. Penulis juga telah mengikuti beberapa pelatihan dan beberapa kegiatan yang diadakan HMTL. Kritik dan saran dapat dikirim melalui e-mail penulis dengan alamat rakaputranugraha54@gmail.com.