

**PERENCANAAN UNIT *SOLID SEPARATION CHAMBER* (SSC)  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)  
KOTA SABANG**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**FIRYAL FAHIRA**

**NIM. 180702079**

**Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2023 M /1444 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN UNIT *SOLID SEPARATION CHAMBER* (SSC)  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)  
KOTA SABANG**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

**Firyal Fahira**

**NIM. 180702079**

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Banda Aceh, 18 Juli 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M. Sc.

Ir. Bahagia Ishak, M.T., I.P.M.

NIDN. 2031078204

NIDN. 1310078201

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry



Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc

NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN UNIT *SOLID SEPARATION CHAMBER* (SSC)  
PADA INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)  
KOTA SABANG**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu 26 Juli 2023 M

8 Muharram 1445 H

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M. Sc.

Ir. Bahagia Ishak, M.T., I.P.M.

NIDN. 2031078204

NIDN. 1310078201

Penguji I,

Penguji II,

Teuku Muhammad AsHari, S.T., M.Sc.

Arief Rahman, S.T., M.T.

NIDN 2002028301

NIDN. 2010038901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.

NIP. 196210021988111001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firyal Fahira  
NIM : 180702079  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Perencanaan Unit *Solid Separation Chamber* (SSC) Pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Sabang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 20 Juli 2023

Yang Menyatakan

  
METERAL TEMPEL  
CD4AKX514138067  
Firyal Fahira

## ABSTRAK

Nama : Firyal Fahira  
Nim : 180702097  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Perencanaan Unit *Solid Separation Chamber* (SSC) Pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Sabang  
Tanggal Sidang : 26 Juli 2023  
Jumlah Halaman : 79  
Pembimbing I : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M. Sc.  
Pembimbing II : Ir., Bahagia Ishak, M.T., I.P.M.  
Kata Kunci : Lumpur tinja, IPLT, SSC

Lumpur tinja merupakan sumber pencemar yang terdiri atas padatan yang terlarut di dalam air yang sebagian besar mengandung material organik. Untuk mengolah lumpur tinja yang dihasilkan dari sistem setempat tersebut diperlukan unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang akan menampung dan mengolah lumpur tinja yang berasal dari *septic tank* milik masyarakat. Kota Sabang Memiliki IPLT yang terletak di Desa Cot Abeuk Kecamatan Sukajaya, IPLT tersebut sudah dibangun pada tahun 2013. Kondisi IPLT saat ini tidak beroperasi sehingga menyebabkan bangunan IPLT semakin banyak mengalami kerusakan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat komponen unit pengolahan IPLT Cot Abeuk yang mengalami kerusakan sehingga membutuhkan upaya perbaikan agar dapat dioperasikan kembali salah satunya unit SSC. Hasil analisis kadar parameter awal di tiga desa yaitu Ie Meule dengan COD 15. 316,6 mg/l, BOD 805 mg/l, TSS 7. 766,6 mg/l, E. Coli 4. 375. Desa Tanoh Buju dengan COD 1.169, 5 mg/l, BOD 480 mg/l, TSS 5. 293,3 mg/l dan E. Coli 4. 100 mg/l. Desa Teupin Cirik COD 1. 147,8 mg/l, BOD 345 mg/l, TSS 7. 583,3 mg/l dan E. Coli 5. 300 mg/l. Dari hasil analisis parameter COD, BOD, TSS, dan E. Coli belum memenuhi baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sehingga diperlukan perencanaan SSC untuk mengoptimalkan IPLT di Kota Sabang. Jumlah bak SSC yang direncanakan dengan ukuran masing-masing dimensi bak yaitu panjang 9,75 m, lebar 2,5 m, tinggi 2,10 m dengan ketebalan lumpur yang diendapkan 0,5 m dan luas permukaan 24, 38 m.

## **ABSTRACT**

*Name* : Firyal Fahira  
*Nim* : 180702079  
*Study Program* : Environmental Engineering  
*Title* : Solid Separation Chamber (SSC) Unit Planning at the Fecal Sludge Treatment Agency (IPLT) in Sabang City  
*Session Date* : 26 July 2023  
*Number of pages* : 79  
*Advisor I* : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc.  
*Advisor II* : Ir. Bahagia Ishak, M.T., I.P.M  
*Keywords* : Fecal sludge, IPLT, SSC

*Sludge is a source of pollution that consists of dissolved solids in water, the majority of which contain organic matter. To manage the sludge generated from the local system, a Sludge Treatment Installation (IPLT) unit is required. This unit will accommodate and treat the sludge that originates from the community's septic tank. The City of Sabang has an IPLT located in Cot Abeuk Village, Sukajaya District. The IPLT was built in 2013. The IPLT is currently not operational, which is causing increasing damage to the IPLT building. Based on field observations, certain components of the Cot Abeuk IPLT processing unit were found to be damaged, requiring repairs in order to re-operate one of the SSC units. The results of the analysis show the initial parameter levels in three villages, namely Ie Meule with a COD 15. 316.6 mg/l, BOD 805 mg/l, TSS 7. 766.6 mg/l, E. Coli 4. 375. Tanoh Buju Village has COD 1,169.5 mg/l, BOD 480 mg/l, TSS 5. 293.3 mg/l and E. Coli 4. 100 mg/l. Teupin Cirik Village COD 1. 147.8 mg/l, BOD 345 mg/l, TSS 7. 583.3 mg/l and E. Coli 5. 300 mg/l. From the results of the parameter analysis, it is evident that COD, BOD, TSS, and E. Coli levels do not meet the quality standards set by the Minister of Environment and Forestry No. 68 of 2016 regarding Domestic Wastewater Quality Standards. So, proper planning for the SSC is necessary to optimize the IPLT in Sabang City. The number of SSC tanks planned is The dimensions of each tank are 9.75 m long, 2.5 m wide, and 2.10 m high, with a thickness of 0.5 m deposited mud. The surface area of each tank is 24.38 m.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis kepada Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, Selawat dan salam kita curahkan kepada Nabi Muhammad saw. Sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar dan tepat waktu. Tugas akhir ini dengan judul **“Perencanaan Unit *Solid Separation Chamber* (SSC) Pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Sabang”** Dibuat dalam memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Allah Swt. atas segala rahmat dan nikmat yang diberikan kepada penulis. Selawat dan salam kepada Nabi Muhammad saw

Tugas Akhir ini dapat selesai karena dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua yaitu Ayahanda Faisal Azwar, S.T., M.T. dan Ibunda Fitriati dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaiannya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing penulis serta memberikan ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Bahagia Ishak, M.T., I.P.M selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing penulis serta memberikan ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan penulisan tugas akhir ini.

6. Seluruh dosen dan staf yang ada di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah berkenan memberikan informasi dan pengetahuan selama masa perkuliahan penulis.
7. Teman-teman seangkatan Teknik Lingkungan 2018.

Penulis berharap Allah S.w.t membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir. Serta penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritikan yang membangun sangat diharapkan. Penulis berserah diri dan berharap bahwasanya tulisan ini dapat berguna bagi semua pihak yang membacanya, *Aamiin Allahumma Aamiin.*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).....	6
2.2 Dasar Operasional IPLT.....	9
2.3 Karakteristik Lumpur Tinja.....	10
2.4 Pengolahan Fisik Lumpur Tinja.....	11
2.4.1 Pengendapan secara gravitasi.....	11
2.4.2 Filtrasi.....	12
2.4.3 Evaporasi .....	15
2.5 Pengendapan Tipe III dan IV .....	16
2.6 Solid Separation Chamber (SSC).....	18
2.6.1 Cara kerja unit SSC .....	19
2.6.2 Proses yang terjadi pada unit SSC.....	19
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Kerja SSC .....	21

2.7.1 Tipe lumpur tinja .....	21
2.7.2 Proses pengeringan .....	22
2.8 Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	26
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	27
3.3 Data Primer .....	27
3.2.1 Data Sekunder .....	29
3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	30
3.4 Pengolahan Data dan Analisis .....	31
3.5 Tahapan Perencanaan .....	32
3.6 Pembuatan <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Kondisi Eksisting Pengolahan Lumpur Tinja di Kota Sabang .....	34
4.2 Karakteristik Lumpur Tinja yang dihasilkan Kota Sabang .....	35
4.3 Daerah Pelayanan IPLT Kota Sabang .....	38
4.4 Penentuan Jumlah Debit Lumpur Tinja .....	40
4.5 Perencanaan Dimensi Unit SSC .....	43
4.6 <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	44
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

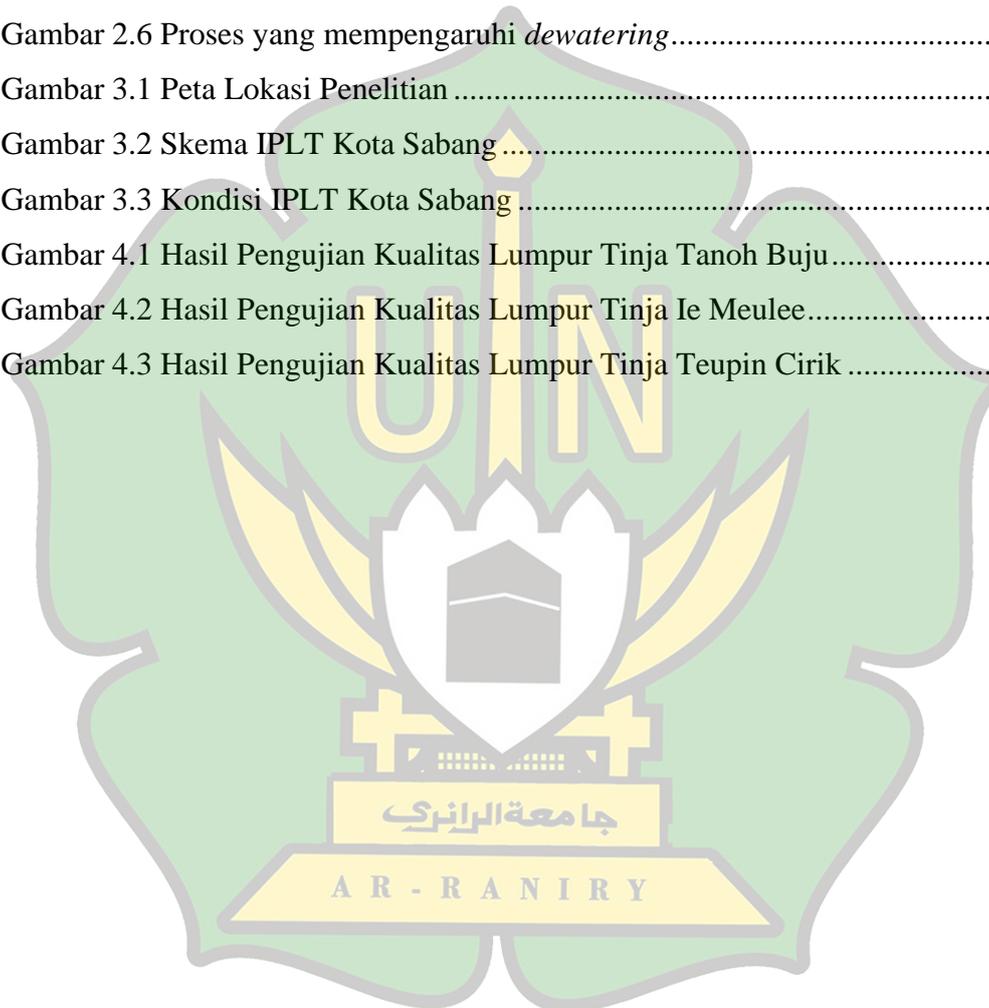
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik lumpur tinja .....	11
Tabel 2.2	Kriteria desain unit SSC.....	18
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu .....	24
Tabel 3.1	Waktu pelaksanaan penelitian.....	31
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Tanah Buju.....	35
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Ie meulee.....	36
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Teupin Cirik.....	37
Tabel 4.4	Daerah Pelayanan IPLT Kota Sabang.....	39
Tabel 4.5	Area Beresiko Sanitasi Air Limbah Domestik.....	39
Tabel 4.6	Rencana Daerah Pelayanan IPLT Cot Abeuk, Kota Sabang .....	40
Tabel 4.7	Penentuan jumlah debit lumpur tinja .....	41
Tabel 4.8	Dimensi setiap bak SSC.....	42
Tabel 4.9	Skema pengisian lumpur tinja.....	42
Tabel 4.10	Rekapitulasi Perhitungan BOQ.....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Lumpur Tinja .....	10
Gambar 2.2 Mekanisme aliran pada media filter .....	14
Gambar 2.3 Pengendapan secara batch menggunakan silinder .....	17
Gambar 2.4 Kurva pengendapan secara batch .....	18
Gambar 2.5 Tipe sedimentasi.....	20
Gambar 2.6 Proses yang mempengaruhi <i>dewatering</i> .....	23
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Skema IPLT Kota Sabang .....	27
Gambar 3.3 Kondisi IPLT Kota Sabang .....	28
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Tanah Buju.....	36
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Ie Meulee.....	37
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Teupin Cirik .....	38



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sanitasi menjadi hak pelayanan dasar yang penting, namun hak dasar tersebut seringkali belum mendapat perhatian dan menjadi prioritas dalam pembangunan saat ini. Kondisi sanitasi Indonesia relatif buruk dan lebih tertinggal dengan beberapa sektor lainnya. Hingga akhir tahun 2019, akses hygiene layak hanya sebesar 77,44 % dengan akses aman adalah 7,5% (Susenas KOR 2019 dalam Rencana Strategis Dit. Sanitasi, 2020).

Isu nasional terkait sanitasi ini menjadi agenda rencana pembangunan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Dengan mengacu pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (PJMN) 2020-2024 yaitu ketersediaan sistem sanitasi yang berkelanjutan dengan meningkatkan proporsi rumah tangga dengan akses air limbah rumah tangga menjadi 90% layak. Lalu meningkatkan persentase rumah tangga dengan akses sampah yang memadai (termasuk 15% akses aman) dan terkelola dengan baik menjadi 100% di perkotaan, mencapai 80% pengolahan dan 20% pengurangan sampah. Untuk memenuhi tujuan nasional dan tujuan sanitasi nasional, pemerintah telah terlibat dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan infrastruktur, salah satunya bangunan pengolahan lumpur tinja. Bangunan ini dinamakan instalasi pengolahan limbah tinja (IPLT) yaitu fasilitas yang dirancang khusus dalam mengolah limbah air buangan kegiatan domestik dari subsistem pengolahan lokal dan mengangkutnya dengan mobil truk tinja. Infrastruktur ini dibangun sesuai standar teknis yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri PUPR No. 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, namun dalam pengoperasiannya seringkali tidak sesuai prosedur. Dalam kurun waktu 2015 hingga 2019, secara nasional telah dilakukan pembangunan IPLT di 150 kabupaten/kota. Sedangkan untuk Provinsi Aceh sendiri telah memiliki IPLT yang tersebar di 22 kabupaten/kota dengan kondisi 19 unit tidak beroperasi secara optimal (Direktorat Sanitasi, 2020).

IPLT seringkali memiliki banyak kendala setelah tahapan pembangunan, seperti kurangnya influen ke IPLT, pendanaan untuk pengelolaan air limbah domestik yang terbatas, manajemen IPLT belum profesional, masyarakat belum banyak mengerti mengenai sistem IPLT, dan juga masyarakat kerap kali enggan untuk membayar retribusi (Anggraini dan Nuraeni, 2016). Masyarakat di Indonesia sebagian besar tidak menggunakan tangki septik dengan spesifikasi yang benar. Disamping itu, kondisi eksisting truk pengangkut tinja yang membuang hasil pengurusan lumpur tinja penduduk ke area perkebunan dan lahan terbuka juga masih terjadi. Hasil pendataan infrastruktur IPLT yang dilakukan oleh Balai Prasarana Permukiman Wilayah Aceh menyebutkan bahwa terdapat 22 IPLT yang telah dibangun di berbagai kecamatan di Provinsi Aceh namun mengalami kendala dalam operasional (Abfertiawan dkk., 2018).

Salah satu IPLT tersebut ialah IPLT Cot Abeuk berlokasi di Desa Cot Abeuk Kecamatan Sukajaya Kota Sabang yang dibangun pada tahun 2013. Pelayanan IPLT Kota Sabang meliputi dua kecamatan yaitu Kecamatan Sukakarya dan Kecamatan Sukajaya dengan jumlah penduduk berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Sabang dalam angka tahun 2021 sebanyak 19.252 jiwa, jumlah tersebut mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya, peningkatan jumlah penduduk setiap tahun akan meningkatkan jumlah produksi air limbah (BPS Kota Sabang, 2021).

Lokasi IPLT Kota Sabang berada dalam satu kawasan yang sama dengan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) dan menurut informasi di lapangan, pasca pembangunan hingga tahun 2021 IPLT Cot Abeuk tidak menerima dan mengolah lumpur tinja penduduk Kota Sabang yang disebabkan oleh faktor teknis. Kondisi ini salah satunya disebabkan oleh permintaan penyedotan lumpur tinja yang masih sangat minim akibat penggunaan tangki septik yang masih belum aman sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Selain itu, kondisi yang ditemui dilapangan proses unloading lumpur tinja dari truk ke inlet tangki imhoff yang berada di sisi atas tangki menyebabkan sebagian besar lumpur tinja melimpah dan tidak masuk ke dalam tangki. Kondisi IPLT yang tidak beroperasi menyebabkan bangunan IPLT semakin banyak mengalami kerusakan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat komponen unit pengolahan IPLT

Cot Abeuk yang mengalami kerusakan sehingga membutuhkan upaya perbaikan agar dapat dioperasikan kembali (Rahmawati dkk., 2022).

Lumpur tinja merupakan sumber pencemar yang terdiri atas padatan yang terlarut di dalam air yang sebagian besar mengandung material organik. Menurut Afolabi dan Sohail (2017), lumpur tinja memiliki karakteristik umum seperti TSS 4.000-100.000 mg/L, COD sebesar 20.000-50.000 mg/L, BOD<sub>5</sub> 6.000-7.600 mg/L, dan total coliforms 10<sup>5</sup>-10<sup>10</sup>CFU/100 mL. Untuk mengolah lumpur tinja yang dihasilkan dari sistem setempat tersebut diperlukan unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang akan menampung dan mengolah lumpur tinja yang berasal dari *septic tank* milik masyarakat (Anggraini dan Nuraeni, 2017).

Pengolahan lumpur tinja pada dasarnya adalah pengolahan secara fisik dan biologis. Pengolahan fisik merupakan pengolahan tahap awal dari IPLT. Salah satunya adalah Unit *Solid Separation Chamber* (SSC). SSC adalah unit pengolahan fisik yang memisahkan antara cairan dan padatan. Proses yang terjadi pada unit SSC adalah perpaduan antara sedimentasi, filtrasi, dekantasi, dan evaporasi. Media filtrasi berasal dari pasir yang dilengkapi oleh kerikil sebagai media penyangga dan underdrain di bagian bawah untuk menyalurkan efluen berupa filtrat (cairan). Pada proses pemisahan, secara langsung dapat mengurangi kadar *Total Solids* (TS) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Pemisahan padatan juga sebanding dengan pengurangan kadar organik dan nutrisi pada filtrat efluen dari proses filtrasi (Putri, 2018).

Proses pengeringan dan stabilisasi lumpur sangat penting dalam proses pengolahan lumpur. Lumpur tinja yang stabil lebih mudah diendapkan dibandingkan lumpur yang baru. Kandungan padatan yang stabil dipengaruhi oleh umur lumpur, semakin lama umur lumpur maka kandungan padatan semakin stabil. Stabilisasi ditunjukkan oleh penguraian bahan organik dengan proses anaerobik maupun aerobik. Pengeringan mampu mengurangi volume lumpur dengan meningkatkan kadar TS dan pengurangan pada komponen organik volatil sebesar 51-65 % (Hu dkk., 2017). Proses pengeringan lumpur tinja (*cake*) di atas media filter menggunakan sistem pengeringan alami dengan bantuan cahaya matahari. Cairan dapat berkurang dengan penguapan dan saringan filter. Ukuran, ketinggian media, dan kandungan padatan juga mempengaruhi waktu pengeringan

dan rembesan cairan melalui media filter. Efisiensi pengeringan dengan bantuan sinar matahari sebesar 40% untuk 12 hari dan 90% setelah 20 hari (Singh dkk., 2017). Efisiensi pengeringan dipengaruhi oleh kondisi iklim seperti suhu, radiasi matahari, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, dan curah hujan.

Berdasarkan kriteria desain durasi pengeringan lumpur *cake* 5-12 hari, tebal lapisan pasir 20-30 cm, tebal lapisan kerikil 20-30 cm, ketinggian lumpur tinja di atas pasir (*cake*) 30-50 cm, dan kandungan padatan pada efluen *cake* SSC adalah 20%. Sedangkan menurut Noviana, (2022) durasi pengeringan lumpur selama 15 hari, tebal lumpur (*cake*) di atas media filter 25-30 cm, tebal pasir 15-20 cm, tebal lapisan kerikil 25-30 cm, dan kandungan padatan pada efluen *cake*  $\geq 20\%$ . Oleh sebab itu, diperlukan perhitungan efisiensi penyisihan optimum TS dan TSS pada lumpur tinja maupun volume filtrat yang dihasilkan. Selain hal itu, diperlukan korelasi total solids dan ketebalan lumpur dalam penyisihan TS, TSS, COD, BOD, dan total coliforms.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dari itu diperlukan perencanaan untuk menentukan desain unit SSC yang sesuai dengan karakteristik dari lumpur tinja pada IPLT Kota Sabang dengan tujuan sebagai peningkatan efektivitas pengolahan lumpur tinja pada IPLT Kota Sabang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, terdapat beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana menentukan jumlah debit lumpur tinja?
2. Bagaimana menentukan desain dimensi yang sesuai dari unit pengolahan SSC pada IPLT Kota sabang berdasarkan karakteristik air limbah domestik khususnya dari lumpur tinja yang ada ?
3. Berapa BOQ dan RAB yang dibutuhkan dalam membangun unit SSC IPLT Kota Sabang?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merencanakan dan merancang dimensi unit pengolahan SSC pada IPLT Kota Sabang dengan berdasarkan karakteristik air limbah domestik khususnya lumpur tinja yang ada di Kota Sabang
2. Mengetahui BOQ yang dibutuhkan untuk membangun unit pengolahan SSC IPLT Kota Sabang

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi Institusi Pemerintahan, penelitian ini akan menjadi pertimbangan dalam mengambil kebijakan berdasarkan data dan hasil penelitian ini dan memberikan solusi dalam pemecahan masalah lingkungan dalam masyarakat.
2. Bagi Peneliti, penelitian ini akan menjadi penambahan informasi pertama mengenai perencanaan unit SSC IPLT Kota Sabang yang sesuai dengan pedoman perencanaan teknis terinci instalasi pengolahan lumpur tinja dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan.
3. Bagi Masyarakat, Penelitian ini akan mengurangi pencemaran air, meningkatkan kesehatan masyarakat dan kenyamanan khususnya di Kota Sabang.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

Perencanaan pada desain dari IPLT secara keseluruhan terdiri atas unit SSC, kolam anaerobic, kolam fakultatif, kolam maturasi, *wetland*, bak pengering lumpur (*drying area*). Akan tetapi penelitian ini hanya memfokuskan pada perencanaan unit SSC. Lebih lanjut kegiatan sampling akan dilakukan untuk parameter BOD, COD, TSS, dan *Escherichia Coli*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Pengoperasian instalasi pengolahan air limbah (IPAL) adalah tugas kompleks yang memerlukan beberapa pertimbangan diantaranya aspek beradaptasi dengan komposisi dan volume efluen yang selalu berubah, memastikan kualitas efluen yang diolah mematuhi peraturan setempat, memastikan tingkat oksigen terlarut dalam tangki reaksi biologis cukup untuk hindari kondisi anoksik dll. Semuanya sambil meminimalkan penggunaan bahan kimia dan konsumsi (El Moussaoui dkk., 2022).

IPAL standar memanfaatkan proses fisik, kimia, dan biologis. Biasanya, pengolahan dibagi menjadi tiga tingkatan umum, yaitu primer, pengolahan sekunder, dan tersier atau lanjutan (Coggan dkk., 2019). Pembangunan instalasi pengolahan limbah yang berkelanjutan adalah bahwa instalasi pengolahan limbah yang sehat membentuk mekanisme pertumbuhan yang sehat melalui inovasi teknologi pengolahan dan inovasi kegiatan pengelolaan. Keberlanjutan instalasi pengolahan limbah dapat diukur sesuai dengan efisiensi instalasi pengolahan (Južnič-Zonta dkk., 2022)

Subsistem pengolahan lumpur tinja berfungsi untuk mengolah air limbah yang merupakan termasuk kedalam Pengolahan Lumpur Tinja(IPLT), yaitu sebuah instalasi yang dibangun khusus menerima serta mengolah lumpur tinja dari sub-sistem pengolahan lokal. Unit penyaringan manual atau otomatis, unit pemerataan, unit konsentrasi; unit stabilisasi, unit pengeringan lumpur dan/atau unit pengolahan lumpur kering merupakan prasarana dari IPLT (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017). Efisiensi masing-masing unit IPLT menentukan kinerja keseluruhan instalasi dan pengolahan akhir (Mawangi dan Moesriati, 2021)

IPLT merupakan upaya guna menciptakan pengolahan serta pembuangan limbah yang ramah lingkungan (Purba dkk., 2020). Keberadaan IPLT sangat dibutuhkan karena lumpur tinja mengandung polutan organik yang tinggi sehingga dilarang untuk langsung dibuang ke badan air. Kandungan nitrogen serta fosfor

jauh lebih tinggi daripada di air limbah (Nuraida dan Herumurti, 2021)

Proses pengolahan lumpur tinja di IPLT umumnya menggunakan proses biologis, yaitu dengan memanfaatkan bakteri atau mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam limbah tinja tersebut (Oktarina dan Haki Helmi, 2013). Komponen-komponen utama untuk mengolah lumpur tinja dengan proses biologis berupa rangkaian kolam stabilisasi yang terdiri dari bak penampung kolam anaerobik 1 dan 2, kolam fakultatif, kolam maturasi dan bak pengering lumpur (Pranoto dkk., 2019). Komponen-komponen utama tersebut dilengkapi dengan bangunan penunjang lainnya yaitu kantor dan laboratorium, saluran pengencer lumpur yang airnya berasal dari sungai atau sumber air terdekat yang dilengkapi dengan pintu air (Rizkiyah dan Yudihanto, 2013).

Proses pengolahan pada IPLT juga bisa menggunakan kombinasi pengolahan secara fisik, kimia dan biologis. Unit yang dimiliki antara lain *Receiving Station* yang dilengkapi dengan saringan, *blower* dan *insulation spiral* yang berfungsi untuk memisahkan sampah, pasir dan lemak dengan lumpur tinja. Unit *thickener* dirancang untuk memisahkan fasa lumpur dengan air limbah, *Wetpit*, *Unit Mixing Tank*, *Belt Filter Press*, *Weir*, dan unit *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* untuk pengolahan secara biologis. Unit pengolahan biofilter aerobik untuk proses lebih lanjut pada kondisi *aerobic* dengan bantuan *blower* untuk suplai oksigen (Cambodia dkk., 2021)

Lumpur tinja yang berada di tangki septik tidak layak untuk dibuang ke lingkungan maka dari itu diperlukan pengelolaan lanjutan yang akan dilakukan oleh IPLT. Lumpur yang dikumpulkan secara teratur dikeringkan atau dikosongkan dan kemudian dibawa menggunakan truk tinja menuju IPLT (Purba dkk., 2020).

Merujuk *AECOM International Development Inc.* dan *Sandec/Eawag* (2010), 90% dari jumlah IPLT yang telah dibangun di Indonesia tidak beroperasi dengan baik. Hal ini disebabkan oleh faktor non-teknis dan teknis. Adapun faktor teknis antara lain kapasitas menganggur yang cukup besar, dan terus bertambah setiap tahun, aliran masuk yang bervariasi, waktu detensi yang singkat, dan efluen BOD yang tidak memenuhi kriteria baku mutu limbah (Lisieux dkk., 2021).

Perancangan IPLT merupakan upaya dari pengendalian atas sumber pencemaran. Kesuksesan pengelolaan IPLT dinilai dari aspek bangunan, kualitas produk olahan, limbah masuk, kapasitas menganggur, tingkat limbah cair permukaan serta SDM, volumetrik, organisasi, tarif retribusi, prosedur operasi prosedur (SOP) dan lainnya merupakan aspek yang perlu diawasi serta guna pengelolaan IPLT yang lebih baik. IPLT dibangun guna mengolah lumpur tinja agar tidak menjadi ancaman kesehatan bagi masyarakat serta lingkungan sekitar. Dilakukannya pengelolaan atas lumpur tersebut menjadi lumpur kering (*cake*) yang menghasilkan air hasil olahan (*effluent*) yang bisa dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali. Lumpur kering (*cake*) dapat digunakan sebagai pupuk serta airnya mampu digunakan sebagai keperluan irigasi (Purba dkk., 2020)

Dalam perencanaan IPLT harus mampu mempertimbangkan keberlanjutan dari fungsi serta manfaat infrastruktur IPLT. Kedepannya perencanaan atas IPLT perlu mengintegrasikan atas aspek pelayanan pengelolaan lumpur tinja, guna memperoleh pengelolaan lumpur tinja di kabupaten/kota yang komprehensif serta berkelanjutan (Dian dan Murti, 2016). Perencanaan atas IPLT dilakukan dengan menitikberatkan pelayanan pada permukiman yang akan atau telah memiliki unit pengolahan lokal menurut SNI serta permukiman yang telah menggunakan IPAL skala regional namun belum/tidak memiliki pengolahan lumpur. (Direktorat Penyehatan Lingkungan Permukiman, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017).

Dalam menganalisis kelayakan pembangunan sebuah IPLT perlu diperhatikan beberapa aspek yakni aspek teknis, penentuan lokasi IPLT, penentuan daerah layanan, proyeksi penduduk, perhitungan faktor pengurasan, persentase penggunaan tangki septik, debit lumpur tinja, penentuan sistem pengolahan lumpur tinja, perhitungan dimensi IPLT, manajemen pengelolaan IPLT, aspek finansial, estimasi biaya investasi, perhitungan kelayakan finansial, aspek sosial ekonomi, serta aspek lingkungan (Hidayat dan Aryo, 2017)

Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 tentang Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, dapat diketahui tentang gambaran IPLT yaitu:

1. Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) adalah

sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengolah air limbah domestik di lokasi sumber, yang selanjutnya lumpur hasil olahan diangkut dengan sarana pengangkut ke Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja.

2. Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah lumpur tinja berupa IPLT.
3. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah instalasi pengolahan air limbah yang dirancang hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang berasal dari Sub-sistem Pengolahan Setempat. IPLT juga dilengkapi dengan prasarana dan sarana sebagai berikut:

1. Prasarana utama

Unit penyaringan secara mekanik atau manual, unit ekualisasi, unit pemekatan, unit stabilisasi, unit pengeringan lumpur; dan/atau unit pemrosesan lumpur kering.

2. Prasarana dan sarana pendukung IPLT

Platform (dumping station), kantor, gudang dan bengkel kerja, laboratorium, infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi, sumur pantau, fasilitas air bersih, alat pemeliharaan, peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), pos jaga, pagar pembatas, pipa pembuangan, tanaman penyangga; dan/atau sumber energi listrik.

## 2.2 Dasar Operasional IPLT

Berdasarkan Standar Operasional Prosedur dari Operasional dari Kementerian PUPR, IPLT diawali dengan masuknya lumpur tinja ke bak pemisah lumpur (*Solid Separation Chamber*, (SSC)). Proses pengisian lumpur tinja ini mengakibatkan terjadinya proses filtrasi dan pengendapan zat padat (*solid*). Air resapan hasil filtrasi (*anaerobic*) masuk ke kolam *anaerobic*, sedangkan lumpur tinja akan mengendap dan ditiriskan pada bak SSC. Apabila pengisian SSC sudah mencapai batas pelimpah air (*overflow*), maka akan terjadi pula pelimpahan air *anaerobic* melalui *Gutter* dan dialirkan menuju kolam *anaerobic* (Oktiawan dkk., 2018).

Padatan (*solid*) yang terkumpul di SSC apabila telah mencapai batas tertentu dan telah cukup kering (dikarenakan *anaerobic* dan *anaerobic* telah dipisahkan melalui proses dekantasi), maka operator dapat melakukan pengambilan dan

pemindahan lumpur menuju kolam pengering lumpur (*Drying Area*) secara manual. Dalam kolam drying area akan terjadi proses pengeringan lebih lanjut melalui penguapan dan penyaringan. Apabila lumpur yang dihamparkan pada drying area telah kering dengan waktu pengeringan selama kurang lebih 10-15 hari, lumpur tersebut sudah aman dibuang ke TPA sampah sebagai cover soil atau dimanfaatkan untuk kompos. Adapun rangkaian unit pengolahan IPLT meliputi *Solid Separation Chamber* (SSC), kolam *anaerobic*, kolam Fakultatif, kolam maturasi, *wetland*, bak pengeringan lumpur (*Drying Area*) (Prayudi, 2014).



**Gambar 2.1** Diagram Alir Proses Pengolahan Lumpur Tinja  
(Sumber: Permen PUPR 2017)

### 2.3 Karakteristik Lumpur Tinja

Lumpur tinja dalam sistem *on-site* terdiri atas campuran urin dan feses. Lumpur tinja biasanya berwarna coklat tetapi tergantung lama penyimpanannya. Kandungan air dalam lumpur tinja antara 63-86% w/w, sedangkan urin mengandung 93%- 96% w/w. Lumpur tinja memiliki pH berkisar 5 dan 9,3 yang dipengaruhi oleh serat dalam feses, urin, dan air. Komponen lumpur tinja terdiri dari 84-93% bahan organik dan sisanya berupa bahan anorganik. Bahan anorganik terdiri dari fosfat, kalsium, besi, dan sekresi organ internal. Komposisi bahan organik terdiri dari bakteri sekitar 10-30%, protein yang tidak tercerna 2-25% (50% berasal dari kematian bakteri), lemak yang tidak tercerna 2-15%, dan karbohidrat 10-30% (Afolabi dan Sohail, 2017).

Pada umumnya, kotoran manusia yang dihasilkan di negara berkembang sebesar 130–520 g/orang.hari, sedangkan pada Negara Eropa dan Amerika sebesar 100-200 g/orang.hari. Perbedaan jumlah kotoran manusia yang dihasilkan

dipengaruhi oleh jenis kelamin, usia, pekerjaan, lokasi geografis, iklim, berat badan, asupan makanan, dan asupan air. Jumlah urin yang dihasilkan setiap orang berkisar antara 0,6-2,1 L/hari dan dipengaruhi oleh rata-rata konsumsi air, suhu, dan kelembaban. Di negara berkembang kotoran manusia diolah pada cubluk atau tangki septik. Komponen yang diolah oleh cubluk atau tangki septik adalah bahan organik berupa COD, nutrisi, dan patogen (bakteri, virus, dan parasit). Feses harus diolah untuk menghilangkan COD dan patogen sedangkan urin harus diolah untuk menghilangkan N dan P (Afolabi dan Sohail, 2017). Pengolahan lumpur tinja berdampak pada pengurangan volume lumpur dan kandungan bahan organik (dapat menghindari bau dan penyebaran penyakit) (Mawioo dkk., 2017). Tabel 2.1 menunjukkan karakteristik lumpur tinja yang masuk ke unit pengolahan awal.

**Tabel 2.1** Karakteristik lumpur tinja

No	Parameter	Satuan	Cubluk	Tangki septik	Toilet umum
1.	Total solids, TS	%	3-20	< 3	≥ 3,5
2.	Total Volatile Solid, TVS	(% TS)	45-60	45-73	70
3.	COD	mg/L	30.000-225.000	1200-7800 (Rata-rata : 10.000)	20.000-50.000 (Rata-rata : 30.000)
4.	BOD <sub>5</sub>	mg/L	4000-5000	840-2600	7600
5.	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	2000-9000	120-1200	2000-5000
6.	Bakteri coliform	Cfu/100 ml	Nd	1 × 10 <sup>5</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
7.	Telur cacing		30.000-40.000	600-6000 (Rata-rata : 4000)	20.000-60.000 (Rata-rata : 25.000)

(Sumber: Said, 2017; Yeni.,2019) - RANIRY

## 2.4 Pengolahan Fisik Lumpur Tinja

Pengolahan fisik adalah pengolahan yang digunakan untuk menghilangkan sampah atau benda padat yang terbawa oleh lumpur tinja. Menurut (Bassan dkk., 2014) macam-macam pengolahan fisik meliputi pengendapan secara gravitasi, filtrasi, dan evaporasi.

### 2.4.1 Pengendapan secara gravitasi

Pemisahan secara gravitasi adalah pemisahan cairan dan padatan pada lumpur tinja yang sering digunakan. Partikel yang lebih berat dari cairan akan

mengendap berdasarkan ukuran partikel, konsentrasi padatan tersuspensi, dan flokulan. Pada umumnya digunakan tangki *settling-thickening* dan *grit chamber*.

Pemisahan secara gravitasi memiliki 4 tipe pengendapan yaitu partikel diskrit, flokulan, partikel tertahan, dan kompresi. Pengendapan partikel diskrit terjadi pada air limbah yang memiliki konsentrasi rendah dan partikel mampu mengendap tanpa bereaksi dengan partikel yang lain. Pengendapan flokulan terjadi saat partikel bergabung dengan partikel lain untuk meningkatkan massa dan kecepatan pengendapan. Gaya Van der Waals mampu mengikat partikel-partikel kecil menjadi flok besar yang mudah diendapkan. Pengendapan tertahan terjadi pada air limbah yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel-partikel tersebut membentuk "blanket". Kompresi terjadi di dasar tangki pengendapan saat sludge blanket ditekan oleh padatan dari atas sehingga akan mengeluarkan cairan dari dalam blanket. Pengendapan yang terjadi pada unit SSC adalah pengendapan partikel tertahan dan kompresi. Pada saat lumpur tinja dimasukkan akan terjadi endapan tertahan dan saat stabil terjadi pengendapan kompresi (Haryoto, 2019).

Flotasi terjadi ketika padatan tersuspensi memiliki kerapatan yang sama atau lebih rendah daripada air seperti sel alga, lemak, dan minyak. Gelembung udara dapat menempel pada partikel dan jika memiliki kerapatan yang sama dengan air maka padatan tersuspensi tersebut dapat mengapung ke permukaan. Lapisan yang terbentuk di permukaan cairan disebut sebagai scum. Desain tangki pengendapan dan kolam stabilisasi lumpur tinja harus memperhatikan penanganan scum karena akan ada akumulasi yang signifikan dan mengganggu (Bassanet dkk., 2014). Pada unit SSC terjadi flotasi untuk padatan tersuspensi yang memiliki kerapatan lebih rendah dari supernatan, misalnya serat-serat dan biji-bijian yang terbawa dari tangki septik.

#### **2.4.2 Filtrasi**

Filtrasi merupakan mekanisme yang umum diterapkan untuk pemisahan antara cairan dan padatan lumpur tinja. Filtrasi dapat digunakan pada pengolahan air limbah dan pengolahan lumpur. Namun, dalam pengolahan lumpur tinja yang sering digunakan adalah filter lambat yang dipengaruhi oleh mikroorganisme. Filtrasi menggunakan media filter untuk mengendapkan padatan di atas media sementara cairan merembes melalui pori-pori dan dikumpulkan pada saluran

pembuangan. Filtrasi berjalan secara lambat dengan laju filtrasi sebesar 0,1-0,4 m/jam yang membutuhkan lebih sedikit operasi dan pemeliharaan daripada filtrasi cepat (Helmi dan Oktariana, 2020).

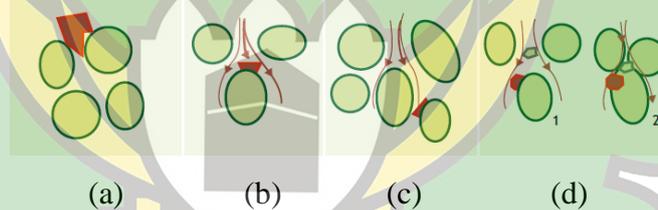
Ukuran media filter yang digunakan terdiri dari media kasar dan halus. Media kasar (misalnya kerikil) memiliki banyak ruang pori dan memungkinkan lebih banyak terisi partikel. Media yang lebih halus memberikan ketahanan gesek yang lebih besar terhadap aliran cairan dan menghilangkan lebih banyak partikel. Lapisan media filter didesain dengan lapisan berlapis-lapis dari media pasir di bagian atas dan kerikil di bagian bawah. Pada bagian bawah lapisan kerikil terdapat saluran underdrain untuk mengalirkan filtrat keluar dari pori-pori media filter. Pasir dan kerikil yang digunakan harus dicuci terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya penyumbatan pori-pori media filter. Lapisan bawah media filter mengandung kerikil dengan diameter 20-40 mm dan lapisan antara mengandung kerikil lebih halus dengan diameter 5-15 mm. Media pasir di bagian atas memiliki diameter 0,1-0,5 mm untuk mengurangi resiko penyumbatan (Kuffour dkk., 2018). Saat terjadi pengurasan pasir perlu diganti dikarenakan pasir terikat dengan lumpur sehingga akan ikut saat dibuang.

Menurut Cofie dkk. (2017), pasir harus diganti dua kali selama 10 bulan dalam proses dewatering untuk skala batch, sedangkan periode penggantian pasir selama 3 tahun pada beban solid masuk 250 kg TS/m/tahun, dengan ketebalan lumpur 20 cm dan periode pengeringan satu minggu. Kecepatan filtrasi didapatkan dari volume yang melewati media filter selama 1 jam dibagi dengan surface area. Kedalaman filter menentukan waktu hidrolis retensi (HRT), *headloss* pada cairan atau energi setiap per unit volume yang dibutuhkan untuk melewati media filter (Bassan dkk., 2014).

Straining adalah menempelnya partikel besar di media filter karena tidak dapat merembes melalui media. Proses ini terjadi jika bukaan lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel. Proses ini terjadi pada lapisan media paling atas (untuk monomedia). Sedimentasi di atas media merupakan hasil dari pengendapan secara gravitasi. Mekanisme ini terjadi jika ukuran partikel tersuspensi lebih kecil dari bukaan pori. Partikel akan mengendap di bagian atas permukaan butiran media filter. Makin luas permukaan antara pori bed filter,

makin luas pula partikel pengotor tertahan di permukaan butiran. Intersepsi terjadi ketika partikel bersinggungan dengan media dan akhirnya menempel akibat adanya aliran yang melewati celah pada media filter tersebut. Adhesi adalah gaya tarik menarik antara partikel suspensi dan permukaan butiran media (Mara, 2019)

Selama pengoperasian filter, ukuran pori yang efektif akan menjadi lebih kecil karena terisi oleh partikel dan pertumbuhan biofilm berkembang pada media. Fenomena ini yang disebut pematangan, dimana menghasilkan peningkatan efisiensi filter dengan retensi yang lebih besar daripada partikel yang berukuran kecil. Dengan filtrasi lambat, sebagian besar padatan akan tertahan di atas permukaan media. Hal ini menyebabkan meningkatnya proses penyumbatan pori sehingga cairan tidak dapat merembes masuk dan menghasilkan laju aliran yang berkurang. Media filter (pasir dan kerikil) perlu dilakukan pencucian dan memastikan bahwa partikel tanah halus tidak mengakibatkan penyumbatan filter (Bassan dkk., 2014). Mekanisme aliran melalui media filter dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.2** Mekanisme aliran pada media filter  
(Sumber: Metcalf and eddie, 2003)

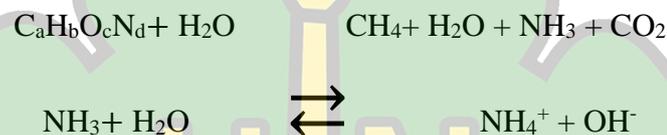
Keterangan:

- a) Straining: Partikel besar akan tertahan pada media
- b) Sedimentasi yang menempel pada butiran media
- c) Intersepsi: partikel menempel pada media akibat aliran yang melaluinya
- d) Adhesi: menempelnya partikel pada media akibat gaya tarik menarik

Selain mekanisme fisik, proses kimia dan biologi juga terjadi di dalam saringan. Proses kimia meliputi proses tarik menarik yang menghasilkan flokulan untuk menyaring wilayah permukaan. Pertumbuhan biologis terjadi di seluruh

filter, namun lebih dominan di dekat permukaan, tergantung pada ketersediaan oksigen, sumber karbon, dan unsur hara. Hal ini dapat mengurangi nutrisi dan BOD di dalam saringan (Panuvatvanich dkk., 2019).

Di dalam unit SSC akan terjadi akumulasi amonia ataupun amonium. Lumpur tinja mengandung zat-zat organik yang berbentuk molekul seperti protein dan karbohidrat. Molekul tersebut kemudian dipecah oleh mikroorganismenya membentuk amonia terlarut (Bassan dkk., 2014). Keadaan cake yang masih mengandung kadar air membuat amonia membentuk keseimbangan dengan membentuk amonium. Berikut proses yang terjadi dalam keadaan anaerobik:



Proses yang terjadi di unit SSC dalam keadaan anaerobik dikarenakan sirkulasi udara terhalang oleh cake yang menutupi media filter. Hal ini yang menyebabkan kandungan amonia di dalam unit SSC semakin terakumulasi di dalam media maupun cake. Keberadaan zat anorganik amonium memberikan nutrisi bagi perkembangan mikroorganismenya anaerobik di dalam lumpur salah satunya total coliforms yang hidup dalam keadaan anaerobik.

### 2.4.3 Evaporasi

Penguapan terjadi saat air dilepaskan sebagai uap ke udara. Mekanisme terjadi saat udara tidak jenuh (suhu tinggi). Energi yang dibutuhkan untuk penguapan berasal dari cahaya matahari. Penguapan dipengaruhi oleh iklim, panas, dan kelembaban udara. Menurut Musy dan Higy (2016), permukaan dari area evaporasi juga mempengaruhi tingkat penguapan (misalnya air yang bebas dibandingkan dengan air yang terikat pada lumpur). Parameter terjadinya penguapan optimal adalah kedalaman lumpur dan luas area pengeringan. Semakin besar massa suatu benda akan semakin banyak energi yang bisa disimpan, sehingga meningkatkan kebutuhan panas untuk penguapan. Kecepatan angin juga

memiliki efek pada tingkat penguapan, karena meningkatkan pergantian udara jenuh dengan udara kering.

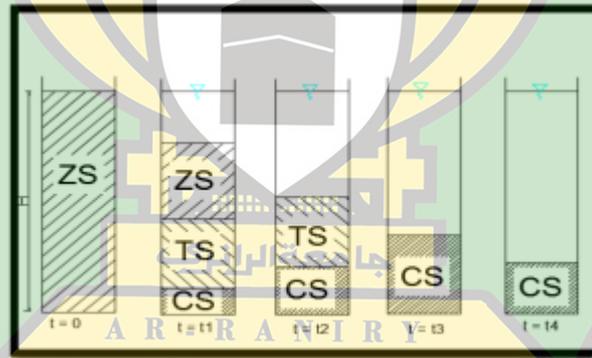
Penguapan mengakibatkan pengeringan atau dehidrasi yang dapat mengurangi patogen aktif seperti mikroorganisme yang butuh air dalam kelangsungan hidup. Air murni memiliki aktivitas air 1 dan sebagian besar patogen tidak dapat beraktivitas pada nilai air di bawah 0.9, tetapi beberapa telur bertahan hidup dalam kondisi kering (Carington, 2021). Oleh karena itu, semua teknologi dewatering berkontribusi dalam mengurangi patogen aktif jika kadar air turun di bawah titik tertentu. Faktor utama yang mempengaruhi dewatering dengan sistem tertutup (memiliki atap) adalah variasi panjang gelombang cahaya matahari, suhu udara, dan tingkat ventilasi (Segine dan Bux, 2005). Panjang gelombang sinar UV yang pendek menyebabkan berkurangnya kemampuan dalam menembus unit *dewatering* dengan atap, hal ini menyebabkan efisiensi pengurangan patogen sedikit berkurang terutama total coliforms yang sangat sensitif terhadap UV (Shanaha dkk., 2010).

## 2.5 Pengendapan Tipe III dan IV

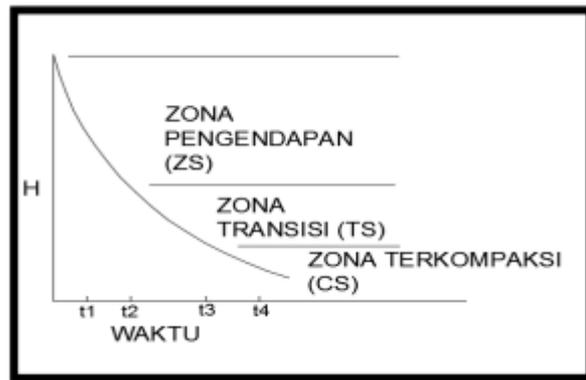
Menurut Reynolds dan Richards (1996), pengendapan lumpur termasuk dalam pengendapan tipe III dan IV. Pengendapan tipe III atau yang disebut sebagai pengendapan tertahan adalah pengendapan partikel dimana partikel saling berdekatan dan terdapat gaya untuk menghalangi pengendapan pada partikel yang lain. Posisi partikel dalam pengendapan relatif tetap begitupun dengan kecepatannya yang konstan. Hasilnya, massa partikel mengendap sebagai zona. Pada bagian atas pengendapan akan terdapat perbedaan muka padatan dan cairan antara massa partikel yang terendapkan dan cairan yang sudah terpisah dengan endapan. Contoh pengendapan tipe III adalah pengendapan yang terjadi pada *clarifier* di kedalaman *intermediate* untuk proses lumpur aktif.

Pengendapan tipe IV atau pengendapan terkompaksi adalah pengendapan partikel yang memiliki konsentrasi yang tinggi dimana partikel saling bertabrakan dan pengendapan hanya dapat terjadi pada massa yang terkompaksi. Contoh pengendapan tipe IV adalah pengendapan yang terjadi pada dasar *clarifier* untuk proses lumpur aktif.

Pengendapan flokulen pada lumpur aktif dilakukan penelitian menggunakan silinder seperti Gambar 2.3. Pada mulanya,  $t = 0$  partikel akan mengendap (zs). Partikel akan mengendap dengan posisi yang relatif tetap. Konsentrasi partikel yang besar dapat mengganggu kecepatan dalam pengendapan partikel yang lain dan rata-rata pengendapan adalah fungsi dari konsentrasi solid. Pada waktu  $t = t_1$ , massa lumpur telah mengendap sampai terbentuk zona air di atas lumpur. Di bagian zona terhalang (hindered settling), konsentrasi partikel menjadi besar dan terjadi kontak fisik antar partikel. Hal ini yang disebut sebagai pengendapan transisi (TS) dari zona pengendapan untuk menjadi pengendapan terkompaksi (cs). Di bagian zona transisi adalah zona kompaksi, dimana semua partikel saling berkontak dan kompaksi telah dimulai. Pada  $t = t_2$ , zona pengendapan telah hilang dan semua partikel mengalami zona transisi atau pengendapan terkompaksi. Pada  $t = t_3$ , zona transisi hilang dan semua partikel dalam keadaan pengendapan terkompaksi, sedangkan pada  $t = t_4$ , telah terjadi pengendapan terkompaksi secara sempurna (Mara, 2019). Gambar 2. 4. menunjukkan kurva tes pengendapan secara batch.



**Gambar 2.3** Pengendapan secara batch menggunakan silinder  
(Sumber: Helmi dan Oktariana, 2020)



**Gambar 2.4** Kurva pengendapan secara batch  
(Sumber: Helmi dan Oktariana, 2020)

## 2.6 Solid Separation Chamber (SSC)

Solid Separation Chamber adalah unit pengolahan fisik yang digunakan untuk memisahkan cairan dan padatan dari lumpur tinja yang berasal dari tangki septik. Unit ini tidak hanya untuk memisahkan cairan padatan, melainkan juga mengeringkan padatan yang tertinggal. Unit SSC disusun oleh media filter tipis yang berisi pasir dan kerikil yang dilengkapi dengan underdrain di bagian bawah. Kira-kira 50-80% volume lumpur dibuang sebagai cairan (supernatan) (Dian dan Herumurti, 2016). Setelah pengeringan berakhir, lumpur dikeluarkan secara manual atau mekanis (Singh dkk., 2017). Berikut Tabel 2.2 kriteria desain unit SSC dan denah serta potongan SSC pada Gambar 2.5 - 2.6 berikut ini.

**Tabel 2.2** Kriteria desain unit SSC

Uraian	Nilai	Satuan
Waktu pengeringan <i>cake</i>	5-12	hari
Ketebalan <i>cake</i>	10-30	cm
Tebal lapisan kerikil	20-30	cm
Tebal lapisan pasir	20-30	hari
Removal TSS <sup>1</sup>	70	%
Removal BOD <sup>1</sup>	50	%
Removal COD <sup>2</sup>	17	%
Kadar solid <sup>3</sup>	10	%
Kadar air <sup>3</sup>	90	%
Sg lumpur <sup>3</sup>	1,02	%

(Sumber: Permen PUPR Nomor 04 Tahun, 2017)

### **2.6.1 Cara kerja unit SSC**

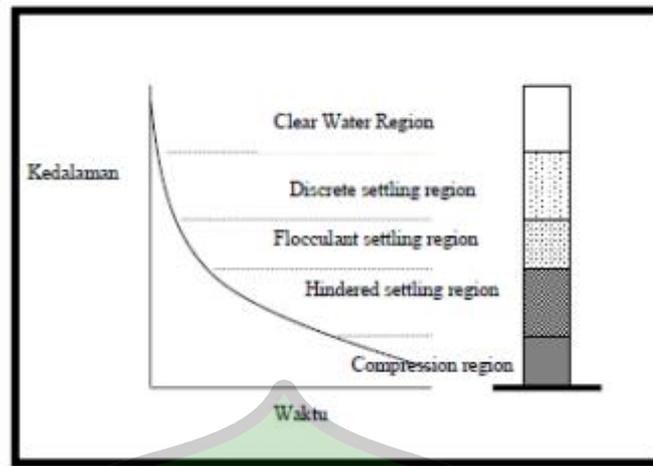
Menurut Dian dan Herumurti (2016), lumpur tinja yang berasal dari truk tinja dibuang ke SSC yang telah dipasang bar screen pada bagian awal unit. Bar screen bertujuan untuk menyaring partikel - partikel besar, yang mengapung pada lumpur tinja sebelum memasuki SSC. Selanjutnya, lumpur tinja mengalami proses penyaringan oleh pasir dan kerikil sehingga terjadi pemisahan padatan dan cairan. Padatan akan tertinggal di atas media pasir SSC. Filtrat (cairan yang melewati lapisan penyaring) akan masuk melalui pipa underdrain di dasar unit SSC menuju unit sumur pengumpul (sump well) dan supernatan (cairan yang tidak melewati lapisan penyaring, yaitu berada di atas padatan SSC) mengalir melalui pintu gutter menuju unit Balancing Tank secara gravitasi. Setelah beberapa hari, padatan yang tertinggal (cake) diatas media pasir dikuras secara manual atau mekanik. Unit yang telah kosong dapat diisi kembali dan begitu seterusnya.

### **2.6.2 Proses yang terjadi pada unit SSC**

Menurut Jonrizal (2019), unit SSC memiliki 4 proses yang terjadi yaitu Sedimentasi, Filtrasi, Dekantasi, dan Dewatering (Pengeringan).

#### **1. Sedimentasi**

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, pengolahan air limbah, dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjut. Pengolahan air limbah tingkat lanjut, sedimentasi ditujukan untuk penyisihan lumpur.



**Gambar 2.5** Tipe sedimentasi

(Sumber: Helmi dan Oktariana, 2020)

Klasifikasi sedimentasi didasarkan pada konsentrasi partikel dan kemampuan untuk berinteraksi. Sedimentasi yang terjadi pada unit SSC adalah tipe III dan tipe IV. Sedimentasi tipe III adalah pengendapan partikel dengan konsentrasi yang lebih pekat, di mana antar partikel secara bersama-sama saling menahan pengendapan partikel lain di sekitarnya. Oleh sebab itu, pengendapan terjadi secara bersama-sama sebagai sebuah zona dengan kecepatan yang konstan. Pada bagian atas zona terdapat interface yang memisahkan antara massa partikel yang mengendap dengan air jernih. Sedimentasi tipe IV adalah kelanjutan dari sedimentasi tipe III, di mana terjadi pemampatan (kompresi) massa partikel hingga diperoleh konsentrasi lumpur yang tinggi (Masduqi dan Assomadi, 2008).

## 2. Filtrasi

Filtrasi adalah pemisahan fluida dan padatan oleh media filter (zeolit, karbon aktif, dan pasir) dengan cara melewatkan fluida melalui suatu penyaring yang dapat menahan zat padat. Hal yang paling penting dalam filtrasi adalah mengalirkan fluida melalui media berpori. Fluida akan disalurkan melalui underdrain menuju bak penampung. Fluida mengalir melalui media filter karena perbedaan tekanan pada media tersebut. Filtrasi dianggap mampu untuk mengurangi polutan fase terlarut dan partikulat sesuai dengan media yang digunakan (Fuerhacker dkk., 2011).

Mekanisme penempelan zat tersuspensi lumpur tinja pada media filter melalui proses straining jika ukuran zat lebih besar dibandingkan pori-pori media filter, sedangkan zat yang memiliki ukuran lebih kecil akan masuk melalui pori-pori dan menempel melalui beberapa cara seperti sedimentasi, adhesi, dan intersepsi.

### 3. Dekantasi

Menurut Jonrizal (2019), dekantasi atau decanting adalah proses pengambilan supernatan/cairan yang telah dipisahkan dari lumpurnya melalui proses sedimentasi. Pada proses sedimentasi, suspended solids akan mengendap di dasar bak membentuk lapisan lumpur, sementara cairan (supernatan) yang sudah berkurang kadar TSS nya akan berada di atas lapisan lumpur. Pengambilan supernatan ini dilakukan dengan mengalirkannya melalui pelimpah (weir). Proses dekantasi merupakan efek dari proses sedimentasi dan dipengaruhi oleh berkurangnya kapasitas dan kecepatan filtrasi pada media.

### 4. Dewatering/Pengeringan

Dewatering merupakan pemisahan padatan tersuspensi dan cairan yang terlarut. Proses pengeringan didukung oleh terjadinya pengendapan dan proses filtrasi. Lumpur yang telah mengandung solid 38%-45% setelah pengeringan dapat diklasifikasikan sebagai *cake* (Magri dkk., 2016). Menurut Angle dan Gharib (2017), pengeringan lumpur terjadi dalam 3 zona yaitu:

- Diawali dengan pemisahan antara cairan dan tersuspensi
- Pengendapan padatan dan proses evaporasi
- Zona cake, di mana padatan akan dikompaksi dan cairan akan mengalir keluar melalui pori – pori media filter.

Menurut Jonrizal (2019), setelah unit SSC penuh dengan lumpur dan proses dekantasi sudah berhenti maka penambahan lumpur dihentikan dan dimulai proses pengeringan menggunakan sinar matahari

## 2.7 Faktor yang Mempengaruhi Kerja SSC

### 2.7.1 Tipe lumpur tinja

Lumpur tinja dari tangki septik lebih sedikit dalam mengikat air dibandingkan dengan lumpur tinja baru. Bahan yang mengandung kadar air yang lebih sedikit lebih mudah untuk dikeringkan. Lumpur tinja yang berasal dari toilet

umum lebih susah diendapkan karena belum terdegradasi, sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam pengeringan. Sebagai alternatif yaitu dengan mencampur lumpur yang lebih stabil (dari tangki septik) untuk mempercepat waktu pengendapan dan pengeringan (Varon, 2018)

### 2.7.2 Proses pengeringan

Pengeringan lumpur menunjukkan pemisahan air dari lumpur yang dapat diukur sebagai konsentrasi total solids. Efisiensi pengeringan air limbah kecil hanya 35% (% air limbah saat basah) (Mahmoud dkk., 2011). Pengeringan menggunakan cahaya matahari menunjukkan bahwa konsumsi energi sebanding dengan jumlah air yang harus diuapkan. Menurut Bassan dkk. (2014), pengeringan dapat mengurangi jumlah bakteri patogen di dalam lumpur. Radiasi matahari/UV di kisaran 300-400 nm secara efektif mampu meng inaktivasi patogen dengan mendenaturasi DNA melalui reaksi fotokimia. Cahaya UV telah terbukti efektif menonaktifkan E.coli di kolam stabilisasi limbah. Bahan organik yang tinggi dan kekeruhan dapat mencegah sinar UV untuk menembus lumpur tinja. Sinar matahari harus mampu menembus lumpur tinja agar proses menonaktifkan bakteri dapat berlangsung secara optimal.

Menurut Cofie dkk. (2006), hal-hal yang mempengaruhi proses pengeringan adalah

#### 1. Faktor Iklim

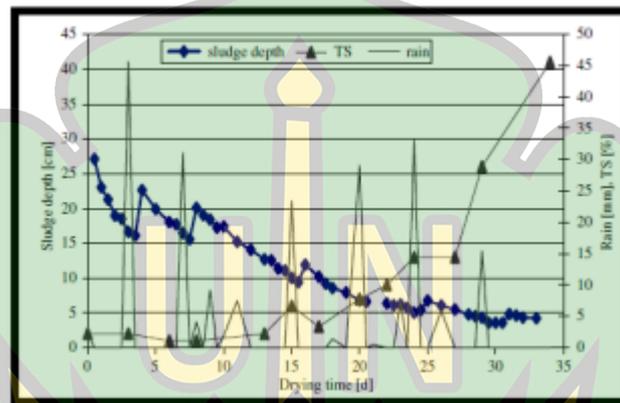
Menurut Dodane dan Ronteltap (2014), faktor iklim mempengaruhi proses pengeringan seperti kelembaban, suhu, dan musim

- Kelembaban yang tinggi dapat mengurangi atau memperlambat proses pengeringan.
- Suhu yang tinggi akan berkombinasi dengan kelembaban yang rendah, dan angin yang besar dalam peningkatan proses pengeringan melalui proses evaporasi.
- Musim Musim penghujan akan menghambat proses penguapan.
- Kualitas pasir media filter memiliki peranan penting. Pasir dan kerikil merupakan media filter yang sering digunakan. Kualitas pasir yang kurang baik dapat menyebabkan partikel pasir hancur seiring berjalannya waktu

dan menyumbat pori dari media tersebut. Hal ini dapat mengurangi laju filtrasi sehingga mengurangi tingkat dewatering.

## 2. Stabilisasi lumpur tinja

Stabilisasi lumpur tinja dapat mempengaruhi pengeringan. Lumpur tinja yang tidak terstruktur akan susah untuk diendapkan dan dewatering akan berlangsung lebih lama. Berikut Gambar 2.6 pengaruh antara kedalaman lumpur tinja, efisiensi TS, dan curah hujan dalam proses pengeringan.



**Gambar 2.6** Proses yang mempengaruhi dewatering  
(Sumber: Helmi dan Oktariana, 2020)

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang disajikan sebagai acuan penelitian adalah penelitian pada unit SSC ataupun pada unit sejenis yang memiliki prinsip sama dalam prosesnya yaitu filtrasi dan sedimentasi. Penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Sampel	Unit pengolahan	Hasil penelitian	Literatur
1.	Lumpur tinja	SSC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penghilangan TSS 97,94 -94,33 % untuk filtrate dan 80,25-94,71 % untuk supernatant</li> <li>• Efisiensi penghilangan TSS pada supernatant:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Jika supernatant melimpah dengan sendirinya melalui pelimpah adalah 93,65-94,71 %</li> <li>b. Jika melimpah dengan membuka pintu pelepas supernatant 80,25-81,06%</li> </ol> </li> </ul>	(Jonrizal, 2019)
2.B	Lumpur tinja	SD	<p>Penelitian ini memvariasikan ukuran diameter media. Kerikil kasar yang digunakan berukuran 2-3 cm dengan tebal 15 cm dan halus berukuran 0,5-1 cm dengan tebal 15 cm dan menggunakan pasir berukuran sedang dengan tebal 20 cm. Ukuran pasir dibedakan menjadi 3 bagian yaitu F1= <math>\geq 0,1 - \leq 0,5</math> mm; F2 = <math>\geq 0,5 - \leq 1</math> mm; dan F3 = <math>\geq 1 - \leq 1,5</math> mm. Besarnya penyisihan TS adalah 76,2% (F1), 74%(F2), dan 70,5% (F3); TSS sebesar 95,1 % (F1), 93,4% (F2), dan 88,9% (F3); dan COD sebesar 87,9 % (F1), 87,4% (F2), dan 85,3% (F3)</p>	Kuffour dkk., 2017)
3.	Lumpur tinja	SDB	<p>Penelitian ini menggunakan sludge drying bed dengan media pasir setebal 15 cm (diameter ukuran 0,2-0,6 mm) dan kerikil setebal 25 cm (diameter 10-19 mm). Loading rate lumpur antara 196-321 kg TS/m<sup>2</sup> .tahun. Kadar padatan (TS) dalam lumpur <math>\geq 20\%</math> dengan rata-rata pengeringan selama 2 minggu. Sludge drying bed dapat menyisihkan 80% padatan dan 100% telur larva helminth</p>	Cofie dkk., 2018)
4.	Lumpur tinja	Wetland	<p>Penelitian ini menggunakan wetland dengan aliran vertikal dan vegetasi</p>	Kengne dkk., 2020)

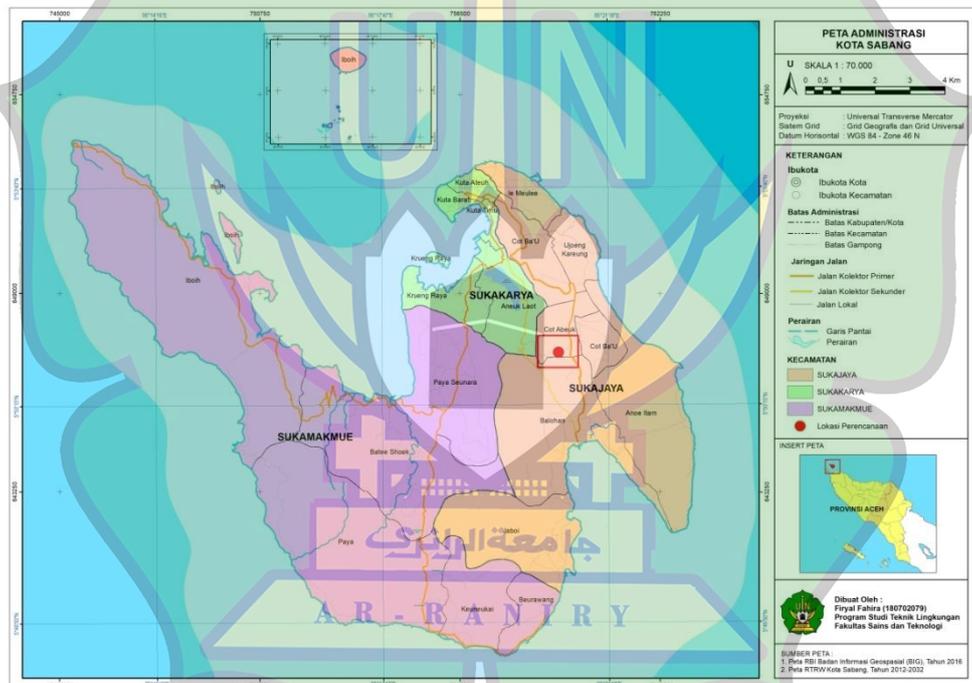
			yang digunakan adalah Echinochloa pyramidalis. Loading rate yang digunakan 100-200 kg TS/m <sup>2</sup> /tahun dengan rata-rata konten padatan $\geq$ 30%. Besarnya penyisihan polutan adalah 77% untuk NH <sub>4</sub> , 86% untuk TSS, 90	
--	--	--	---	--



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Skema tahapan penelitian ini mulai dari awal sampai dengan selesai dapat dilihat melalui Gambar 3.2. Lokasi IPLT Kota Sabang terletak di Gampong Cot Abeuk, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang, Provinsi Aceh. Pemilihan lokasi ini dikarenakan pada IPLT Kota Sabang belum memiliki unit SSC. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1**Peta Lokasi Penelitian  
*Sumber: Google Earth 2010*

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

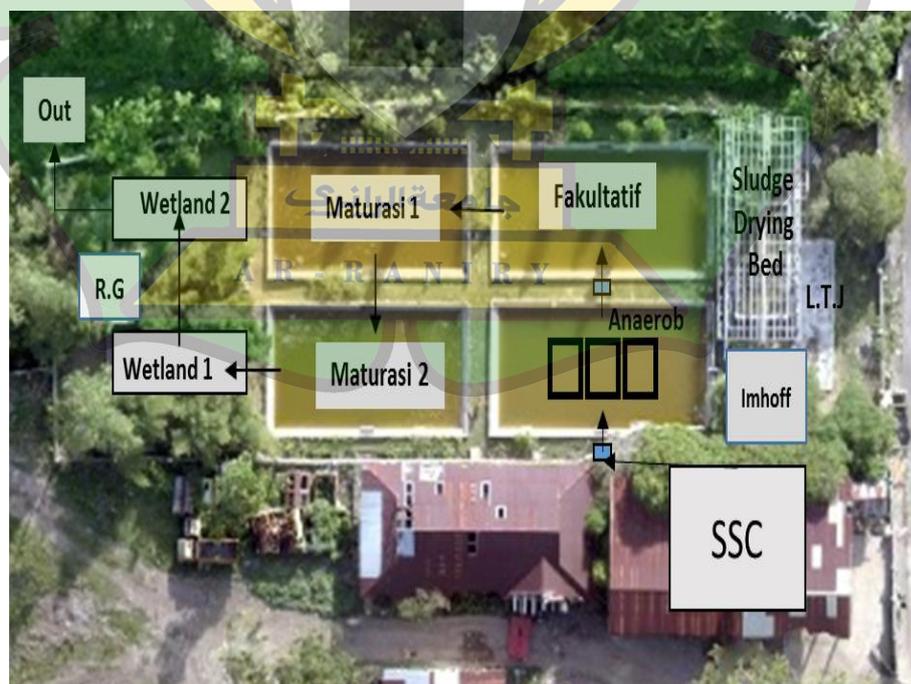
Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan berbagai macam informasi yang dapat membantu proses perencanaan unit SSC pada IPLT Kota Sabang. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode *survey sampling*, wawancara dan lain-lainnya. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder.

### 3.3 Data Primer

Data primer didapatkan berdasarkan kondisi pada lokasi perencanaan pada unit SSC pada IPLT Kota Sabang. Adapun data yang diperlukan pada perencanaan ini adalah:

a. Gambaran umum IPLT Kota Sabang

Berdasarkan hasil wawancara dari pengelola IPLT, IPLT Kota Sabang terdapat di Gampong Cot Abeuk, Kecamatan Sukajaya yang terletak pada titik koordinat  $5^{\circ}51'04.6''\text{U}$  dan  $95^{\circ}20'31.4.\text{T}$ . IPLT dibangun pada tahun 2013 dengan jenis pengolahan tangki imhoff, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam bioindikator dan *drying bed* dengan kapasitas IPLT per hari adalah  $12 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Berikut Gambar III.2 skema IPLT Kota Sabang.



**Gambar 3.2** Skema IPLT Kota Sabang  
(Sumber: PUPR Kota Sabang 2022)

Akan tetapi ada beberapa permasalahan pada IPLT tersebut, diantaranya:

- IPLT belum dioperasikan
  - Penutup atap SDB sudah tidak ada
  - Belum memiliki bangunan kantor, sumur pantau dan fasilitas air bersih
  - Tangki imhoff dan kolam fakultatif mengalami retak.
  - Maneuver truk tinja sempit.
  - Pipa konektor tangki imhoff dan kolam fakultatif sudah patah
- Pembangunan unit SSC masih dalam tahap perencanaan



**Gambar 3.3** Kondisi IPLT Kota Sabang  
(Sumber: PUPR Kota Sabang 2022)

b. Karakteristik limbah tinja

Data tersebut di peroleh dari hasil uji laboratorium pada sampel limbah tinja di wilayah perencanaan. Karakteristik limbah tinja yang diuji yaitu parameter yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016, yaitu parameter BOD, COD, pH, TSS, minyak dan lemak, amonia dan total coliform.

### 3.2.1 Data Sekunder

Data sekunder yaitu sebagai data pendukung pada data primer. Data-data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini adalah:

a. Pengambilan sampel dengan metode *stratified random sampling*

Adapun langkah-langkah dalam pengambilan sampel dengan metode *stratified random sampling*, sebagai berikut:

- 1) ditentukan dasar stratifikasi (strata)
- 2) ditempatkan setiap anggota dalam populasi pada srata yang sesuai
- 3) ditentukan ukuran sampel
- 4) ditentukan jumlah sampel yang harus diambil dari setiap strata
- 5) dilakukan pengambilan sampel dari setiap strata dengan metode *simple random sampling*.

Sampel yang diambil setiap kelompok dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

...(3.1)

b. Penentuan jumlah debit influen lumpur tinja

Penentuan jumlah debit influen lumpur tinja dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

.....(3.2)

Dengan  $V$  adalah debit influen lumpur tinja( $m^3/hari$ ),  $P$  adalah jumlah penduduk (orang),  $v_{ts}$  adalah volume masing-masing tangki septik ( $m^3/hari$ ),  $n$  adalah jumlah pengguna tangki septik/penghuni rumah tinggal (orang) dan  $f$  adalah interval pengurasan tangki septik (tahun).

c. Penentuan laju timbulan lumpur tinja

Penentuan laju timbulan lumpur dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$\dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan  $Q$  adalah laju timbulan lumpur tinja ( $m^3/orang/hari$ ),  $v_{ts}$  adalah volume masing-masing tangki septik ( $m^3/hari$ ),  $n$  adalah jumlah pengguna tangki septik/penghuni rumah tinggal (orang) dan  $f$  adalah interval pengurasan tangki septik (tahun).

d. Penentuan luas permukaan yang dibutuhkan

Luas permukaan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$\dots\dots\dots(3.4)$$

### 3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Tahapan pengambilan sampel untuk uji karakteristik limbah tinja IPLT Kota Sabang yang dilakukan sebagai berikut:

1. Limbah tinja diambil dengan menggunakan metode *stratified random sampling*. *Stratified random sampling* adalah metode penarikan sampel yang dilakukan dengan cara membagi populasi menjadi populasi yang lebih kecil, pembentukan harus sedemikian rupa sehingga setiap stratum diambil sampel secara acak (Ulya dkk., 2018). Sampel yang diambil 600 ml dengan menggunakan wadah yang terbuat dari bahan kaca atau plastik atau *polyethylene* (PE), atau *Teflon* atau *poly tetra fluoro ethylene* (PTFE).
2. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada jam 10.00 WIB.
3. Sampel limbah tinja dianalisis di laboratorium MultiFungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh untuk mendapatkan hasil dari setiap parameter pada limbah lumpur tinja (SNI 6989.59:2008)

### 3.4 Pengolahan Data dan Analisis

Setelah mendapatkan data primer dan data sekunder serta data karakteristik limbah tinja yang dibutuhkan, tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat dilakukan analisis data yang mencakup aspek teknis dan aspek finansial:

#### 1. Aspek Teknis

- Penentuan kapasitas debit pada IPLT
- Perhitungan terhadap dimensi unit SSC
- Penggambaran dimensi unit SSC

#### 2. Aspek Finansial

Aspek finansial dalam perencanaan ini adalah perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### 3.5 Waktu Penelitian

Penelitian ini membutuhkan waktu selama 4 (empat) bulan dimulai dari bulan Desember 2022 yang dimulai dari tahap penyusunan proposal hingga tahap akhir penelitian dengan tabel waktu penelitian di bawah ini.

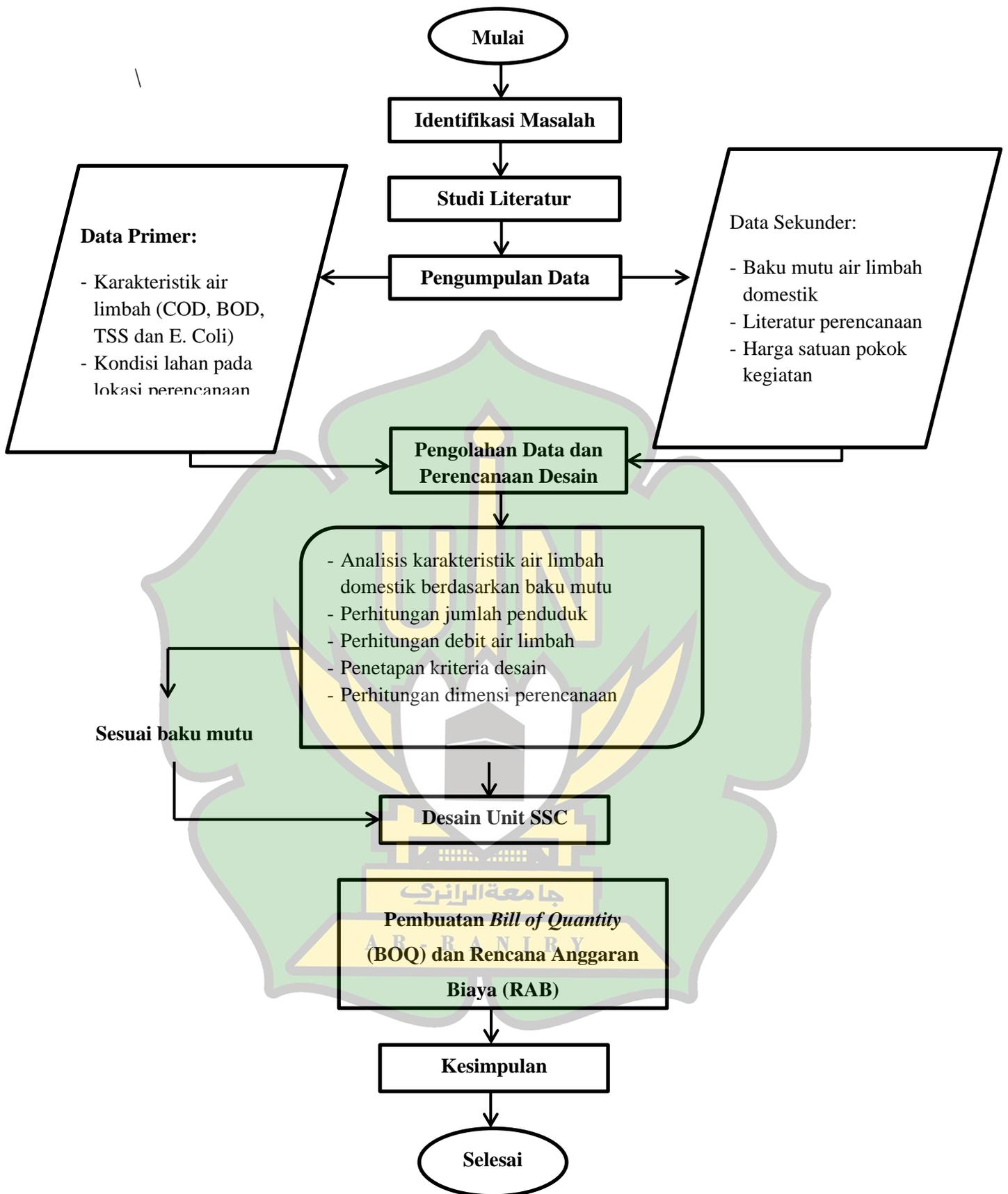
**Tabel 3.1** Waktu pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Bulan															
		Desember				Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan penelitian																
2	Studi literature																
3	Observasi awal																
4	Pengumpulan data																
5	Pengolahan data dan perencanaan akhir																

### 3.5 Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan merupakan tahapan perencanaan yang akan dilakukan dari awal penelitian sampai akhir perencanaan. Kerangka perencanaan disusun dengan terstruktur agar dapat memudahkan proses pelaksanaan perencanaan. Kerangka perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.2





Gambar 3.1 Diagram Alir

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi Eksisting Pengolahan Lumpur Tinja di Kota Sabang**

IPLT dibangun pada tahun 2013 dengan jenis pengolahan Tangki Imhoff, Kolam Fakultatif, Kolam Maturasi, Kolam BioIndikator dan *Drying Bed* dengan kapasitas keseluruhan yaitu 12 m<sup>3</sup>/hari. IPLT di Kota Sabang belum dioperasikan sejak awal dibangun karena belum sesuai dengan standar peraturan pemerintah yang telah ditetapkan untuk skala pengolahan lumpur tinja. Selain itu ada material-material dari beberapa unit yang mengalami kerusakan seperti penutup atap SDB (*Sludge Drying Bed*) sudah tidak layak pakai, tangki imhoff dan kolam fakultatif mengalami keretakan pada bagian sisi unit, pipa konektor antara tangki imhoff dengan kolam fakultatif sudah patah, jalan masuk untuk truk tinja sempit sehingga memakan waktu dalam proses mengalirkan tinja dari dalam truk ke kolam penampungan, IPLT ini juga belum memiliki bangunan kantor, sumur pantau dan fasilitas air bersih. Selain permasalahan tersebut, unit SSC dengan fungsi memisahkan padatan dan cairan yang berperan besar dalam beroperasinya IPLT juga belum dibangun.

Berdasarkan permasalahan di atas, perlu dilakukan perencanaan unit SSC sebagai upaya berjalannya pengoperasian pada IPLT Kota Sabang sehingga dapat memenuhi standar sesuai dengan peraturan pemerintah yang telah ditetapkan. Adapun skema teknologi kondisi eksisting di IPLT Kota Sabang, yaitu:

- Imhoff Tank
- Sludge Drying Bed (SBD)
- Fakultatif 1 dan Fakultatif 2
- Maturasi 1 dan Maturasi 2
- Bioindikator 1 dan Bioindikator 2

Berdasarkan pertimbangan pemilihan jenis teknologi ini, parameter minyak dan lemak serta ammonia masih di atas baku mutu setelah bioindikator 1 dan 2 yaitu 1.500 mg/L untuk minyak dan lemak dan 544,6 ammonia

(Dinas PUPR, 2023) mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.

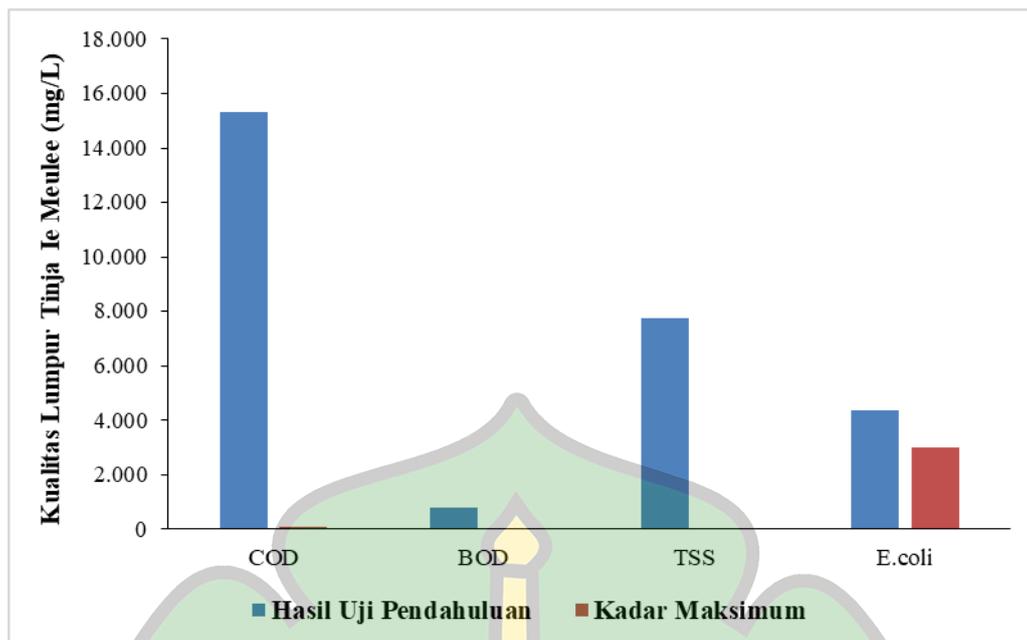
#### 4.2 Karakteristik Lumpur Tinja yang dihasilkan Kota Sabang

Lumpur tinja termasuk ke dalam air limbah jenis *black water* yang berasal dari kegiatan kloset kamar mandi. Sampel yang diambil yaitu pada *septic tank* di 3 titik perumahan untuk mewakili seluruh kota sabang yaitu Teupin cirik, Ie meulee dan Tanah buju. Kemudian sampel lumpur tinja dibawa ke Laboratorium Teknik Penguji Kualitas Lingkungan Universitas Syiah Kuala dengan parameter BOD, COD, TSS dan E.coli menggunakan acuan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik. Berikut tabel perbandingan antara hasil uji pendahuluan dengan standar baku mutu sebagai salah satu syarat kriteria desain yang dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Tanah Buju

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	COD	mg/L	1.169,5	100	Melewati baku mutu
2	BOD	mg/L	480	30	Melewati baku mutu
3	TSS	mg/L	5.293,3	30	Melewati baku mutu
4	E.coli	mg/L	4.100	3000	Melewati baku mutu

(Sumber: Laboratorium Teknik Penguji Kualitas Lingkungan, 2023)



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Tanah Buju

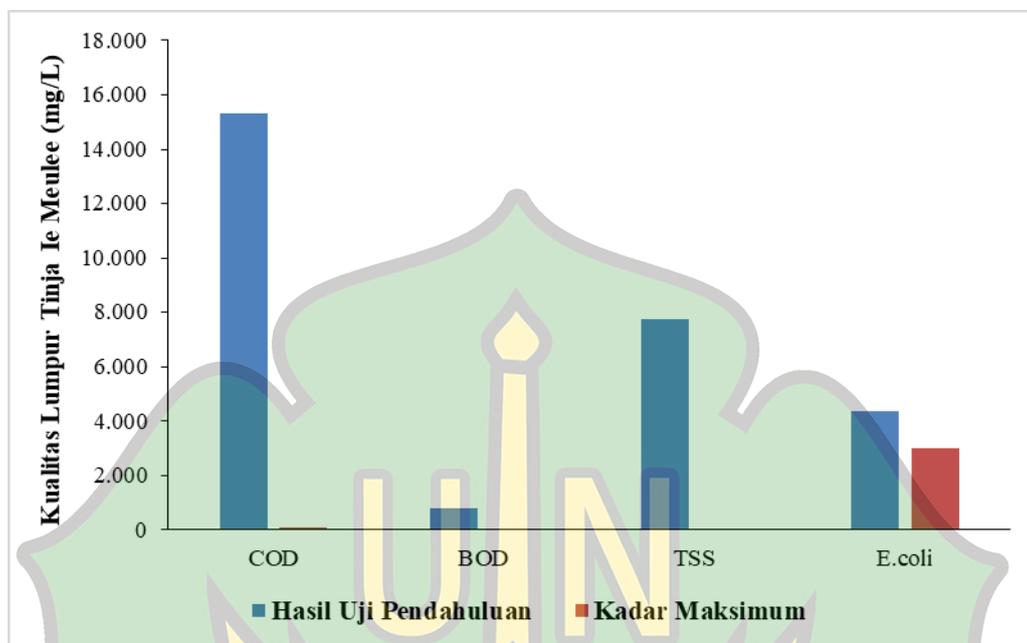
Berdasarkan Gambar 4.2 hasil analisis kadar parameter awal di Desa Tanah Buju diketahui melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yang terdapat pada Tabel 4.2 yaitu COD 1. 169, 5 mg/l, BOD 480 mg/l, TSS 5. 293, 3 mg/l, kadar maksimum dan E. Coli 4. 100. Sedangkan kadar maksimum S 7 COD yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yaitu 100 mg/l, BOD 30 mg/l, TSS 30 mg/l dan E. Coli 3000 mg/l.

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Ie meulee

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	COD	mg/L	15.316,6	100	Melewati baku mutu
2	BOD	mg/L	805	30	Melewati baku mutu
3	TSS	mg/L	7.766,6	30	Melewati baku mutu

4	E.coli	mg/L	4.375	3000	Melewati baku mutu
---	--------	------	-------	------	--------------------

(Sumber: Laboratorium Teknik Penguji Kualitas Lingkungan, 2023)



**Gambar 4.2** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Ie Meulee

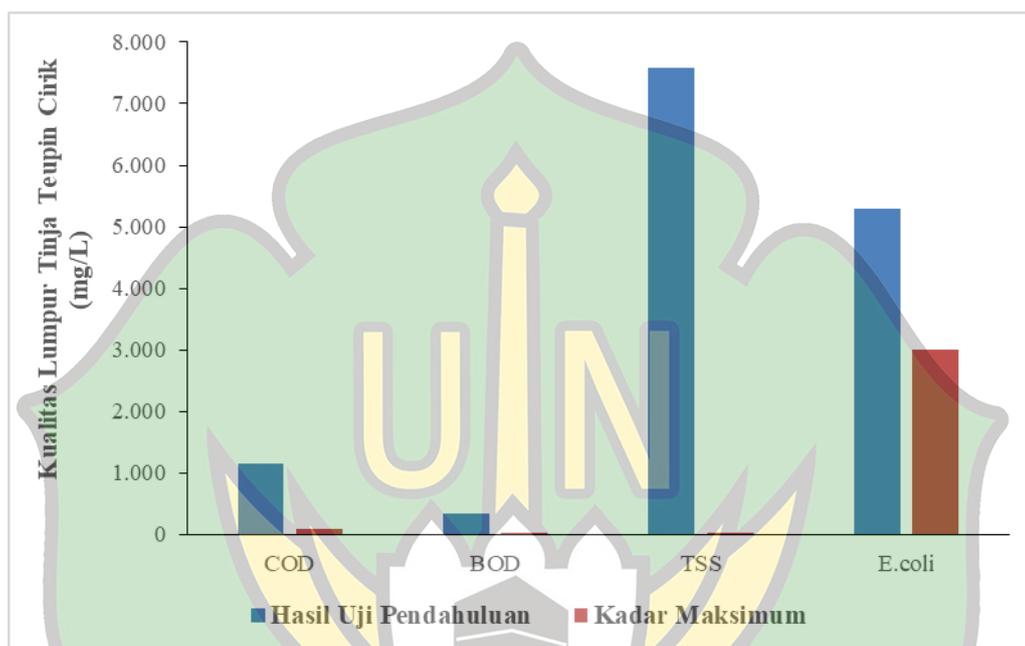
Berdasarkan Gambar 4.2 hasil analisis kadar parameter awal di Desa Ie Meulee diketahui melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yang terdapat pada Tabel 4.2 yaitu COD 15.316,6 mg/l, BOD 805 mg/l, TSS 7.766,6 mg/l, kadar maksimum dan E. Coli 4.375. Sedangkan kadar maksimum COD yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yaitu 100 mg/l, BOD 30 mg/l, TSS 30 mg/l dan E. Coli 3000 mg/l.

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Teupin Cirik

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	COD	mg/L	1.147,8	100	Melewati baku mutu
2	BOD	mg/L	345	30	Melewati

					baku mutu
3	TSS	mg/L	7.583,3	30	Melewati baku mutu
4	E.coli	mg/L	5.300	3000	Melewati baku mutu

(Sumber: Laboratorium Teknik Penguji Kualitas Lingkungan, 2023)



**Gambar 4.3** Hasil Pengujian Kualitas Lumpur Tinja Teupin Cirik

Berdasarkan Gambar 4.3 hasil analisis kadar parameter awal di Desa Teupin Cirik diketahui melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yang terdapat pada Tabel 4.2 yaitu COD 1. 147, 8 mg/l, BOD 345 mg/l, , TSS 7.766, 6 mg/l, kadar maksimum dan E. Coli 5. 300. Sedangkan kadar maksimum COD yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 yaitu 100 mg/l, BOD 30 mg/l, TSS 30 mg/l dan E. Coli 3000 mg/l.

#### 4.3 Daerah Pelayanan IPLT Kota Sabang

IPLT Kota Sabang memiliki daerah pelayanan dengan jarak yang berbeda-beda namun tetap dikumpulkan pada 1 titik yang sama yaitu IPLT Cot Abeuk, Kota Sabang. Jarak masing-masing daerah diuraikan pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Daerah Pelayanan IPLT Kota Sabang

No	Kecamatan	Daerah	Jarak (km)
1.	Sukakarya	Iboih	25,7
		Batee Shoek	14,6
		Paya Seunara	9,9
		Krueng Raya	8,6
		Aneuk Laot	7,3
		Kuta Timu	6,6
		Kuta Barat	9,4
		Kuta Ateuh	8,6
2.	Sukajaya	Paya	15,4
		Keunekai	13,3
		Beurawang	11,1
		Jaboi	10,8
		Balohan	5,9
		Cot Abeuk	1,41
		Cot Ba'u	6,1
		Anoe Itam	7
		Ujong Kareung	4,6
		Ie Meulee	8,2

(Sumber: PUPR Kota Sabang, 2022)

**Tabel 4.5** Area Beresiko Sanitasi Air Limbah Domestik

No.	Kecamatan	Daerah	Jarak (km)
1.	Sukajaya	Balohan	5,9
2.	Sukakarya	Kuta Timu	6,6
		Kuta Barat	9,4
		Paya Seunara	9,9
		Iboih	25,7

(Sumber: PUPR Kota Sabang, 2022)

**Tabel 4.6** Rencana Daerah Pelayanan IPLT Cot Abeuk, Kota Sabang

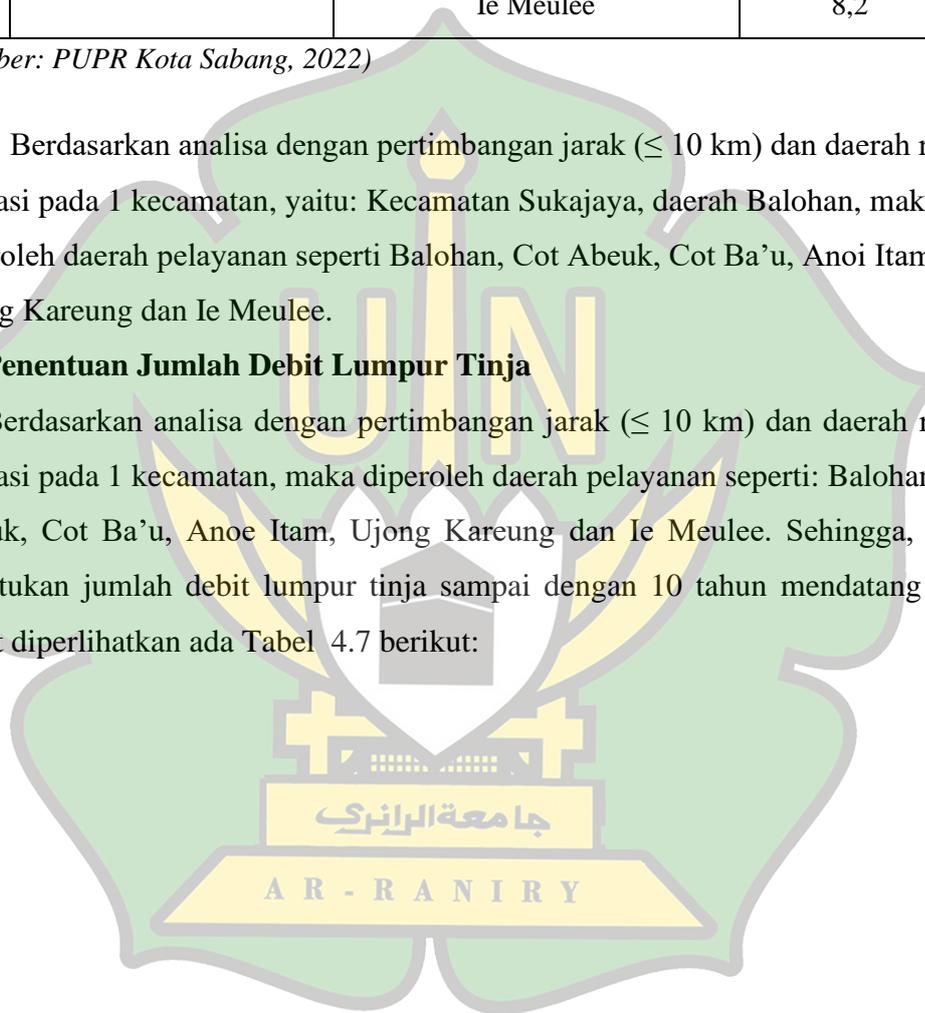
No	Kecamatan	Daerah	Jarak (km)
1.	Sukajaya	Balohan	5,9
		Cot Abeuk	1,41
		Cot Ba'u	6,1
		Anoe Itam	7
		Ujong Kareng	4,6
		Ie Meulee	8,2

(Sumber: PUPR Kota Sabang, 2022)

Berdasarkan analisa dengan pertimbangan jarak ( $\leq 10$  km) dan daerah rawan sanitasi pada 1 kecamatan, yaitu: Kecamatan Sukajaya, daerah Balohan, maka diperoleh daerah pelayanan seperti Balohan, Cot Abeuk, Cot Ba'u, Anoi Itam, Ujong Kareung dan Ie Meulee.

#### 4.4 Penentuan Jumlah Debit Lumpur Tinja

Berdasarkan analisa dengan pertimbangan jarak ( $\leq 10$  km) dan daerah rawan sanitasi pada 1 kecamatan, maka diperoleh daerah pelayanan seperti: Balohan, Cot Abeuk, Cot Ba'u, Anoe Itam, Ujong Kareung dan Ie Meulee. Sehingga, dapat ditentukan jumlah debit lumpur tinja sampai dengan 10 tahun mendatang yang dapat diperlihatkan ada Tabel 4.7 berikut:



Tabel 4.7 Penentuan jumlah debit lumpur tinja

Tahun	Jumlah Penduduk	Persentase layanan (50-60)	Jumlah Penduduk Terlayani	Laju Timbunan Lumpur Tinja 0,5 L/Org/Hari	Debit Lumpur Tinja			
					(Liter/Hari)	Persentase Tangki Septik Kedap (%)	Total (L/Hari)	(m <sup>3</sup> /hari)
2016	14.608	0%	-	0,5	0	0%	0	0,00
2017	14.744	0%	-	0,5	0	0%	0	0,00
2018	14.993	0%	-	0,5	0	0%	0	0,00
2019	18.881	0%	-	0,5	0	0%	0	0,00
2020	18.710	0%	-	0,5	0	2%	0	0,00
2021	19.252	0%	-	0,5	0	2%	0	0,00
2022	20.181	0%	-	0,5	0	5%	0	0,00
2023	21.110	50%	10.555	0,5	5277	5%	264	0,26
2024	22.038	50%	11.019	0,5	5510	5%	275	0,28
2025	22.967	50%	11.484	0,5	5742	10%	574	0,57
2026	23.896	50%	11.948	0,5	5974	10%	597	0,60
2027	24.825	50%	12.412	0,5	6206	20%	1241	1,24
2028	25.754	50%	12.877	0,5	6438	40%	2575	2,58
2029	26.682	50%	13.341	0,5	6671	50%	3335	3,34
2030	27.611	50%	13.806	0,5	6903	50%	3451	3,45
2031	28.540	60%	17.124	0,5	8562	60%	5137	5,14
<b>2032</b>	<b>29.469</b>	<b>60%</b>	<b>22.102</b>	<b>0,5</b>	<b>8841</b>	<b>70%</b>	<b>7736</b>	<b>7,74</b>

Sumber: PUPR Kota Sabang, 2022

Berdasarkan Permen PU tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Pengolahan Air Limbah, Sistem Pengolahan Air Limbah Setempat, pada buku 4 instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) digunakan pendekatan persen layanan 50-60 % dari jumlah penduduk yang ada pada daerah layanan dan laju timbunan lumpur tinja adalah 0,5 liter/orang/hari. Perhitungan lumpur tinja dapat diuraikan sebagai berikut (Hidayat dkk, 2017):

$$\begin{aligned}
 Q \text{ lumpur tinja (2023)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbunan tinja} \\
 &= 50 \% \ 21.110 \text{ orang } 0,5 \\
 &= 5.277 \text{ liter/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2024)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 22.038 \text{ orang } 0,5 \\ &= 5510 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2025)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 22.967 \text{ orang } 0,5 \\ &= 5742 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2026)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 23.896 \text{ orang } 0,5 \\ &= 5974 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2027)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 24.835 \text{ orang } 0,5 \\ &= 6206 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2028)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 25.754 \text{ orang } 0,5 \\ &= 6438 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2029)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 26.682 \text{ orang } 0,5 \\ &= 6671 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2030)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 50 \% \ 27.611 \text{ orang } 0,5 \\ &= 6903 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2031)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 60 \% \ 28.540 \text{ orang } 0,5 \\ &= 8562 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ lumpur tinja (2032)} &= \% \text{ layanan jumlah penduduk laju timbulan tinja} \\ &= 60 \% \ 29.469 \text{ orang } 0,5 \\ &= 8841 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

#### 4.5 Perencanaan Dimensi Unit SSC

Jumlah bak SSC yang akan dirancang sebanyak 4 bak, volume pada bak SSC adalah  $12 \text{ m}^3/\text{Hari}$ , maka dimensi dari setiap bak tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut:

**Tabel 4.8** Dimensi setiap bak SSC

Dimensi	Hit	satuan
Tinggi Lumpur Terendapkan	0,50	m
Tinggi Supernatan	0,30	m
Underdrain	0,40	m
Freeboard	0,30	m
Kedalaman Basah	1,50	m
Kedalaman Total	2,10	m
Panjang	9,75	m
Lebar	2,5	m
Luas Permukaan	24,38	$\text{m}^2$
Ketebalan Media	0,6	m

a. Kriteria desain yang digunakan

- 1) Waktu pengeringan = 12 hari
- 2) Panjang bak = 9,75 m
- 3) Lebar bak = 2,5 m

b. Perhitungan desain

1) Dirancang kedalaman SSC

- Ketinggian lumpur = 0,50 m
- Ketebalan media = 0,6 m

2) Luas permukaan yang dibutuhkan

$$= 20 \text{ m}^2/\text{hari}$$

3) Dirancang waktu pengeringan selama 12 hari, maka kebutuhan luas permukaan

$$= 20 \text{ m}^2/\text{hari} \times 12 \text{ hari} = 240 \text{ m}^2$$

4) Jumlah kolam yang dibutuhkan dengan dimensi 9,75 m  $\times$  2,5 m

$$= 10 \text{ kolam}$$

Adapun skema pengisian lumpur tinja dan debit endapan di dalam SSC dapat dilihat pada Tabel 4.9, sebagai berikut:

**Tabel 4.9** Skema pengisian lumpur tinja

Hari Pengisian Lumpur Tinja (m <sup>3</sup> /hari)		Endapan dalam SSC (%)	Total yang terendapkan m <sup>3</sup> /Hari	Tinggi Endapan (Debit/Luas) (0,1 m - 0,5 m)
Ke-1	12	20	2,4	2,4
Ke-2	12	20	2,4	4,8
Ke-3	12	20	2,4	7,2
Ke-4	12	20	2,4	9,6
Ke-5	12	20	2,4	12

Untuk hasil desain gambar unit SSC dapat dilihat pada **Lampiran D**.

#### 4.6 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

BOQ merupakan daftar berisikan kuantitas, daftar terperinci serta detail terkait produk dalam sebuah perencanaan yang memuat perencanaan pekerjaan tanah dan pondasi, pekerjaan beton/beton bertulang dan pekerjaan *box control*. Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan rekapitulasi biaya konstruksi yang dilakukan berdasarkan BOQ yang telah disusun. Perhitungan BOQ perencanaan Unit SSC IPLT Kota Sabang dapat dilihat pada tabel 4.10 di bawah ini.

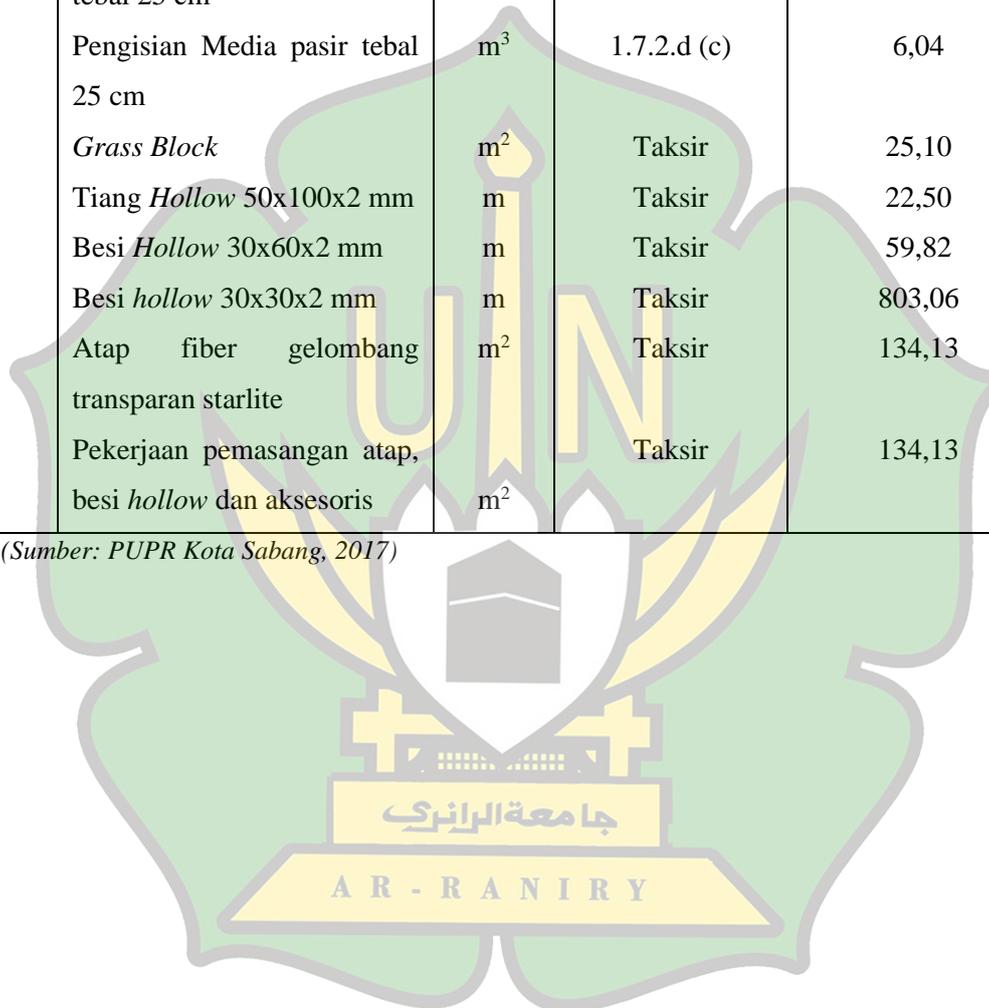
**Tabel 4.10** Rekapitulasi Perhitungan BOQ

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Analisa	Volume
<b>PEKERJAAN SOLID SEPARATION CHAMBER</b>				
1.	<b>Pekerjaan tanah dan pondasi</b>			
	Pekerjaan galian tanah	m <sup>3</sup>	El-311	42,37
	Pekerjaan urugan tanah kembali	m <sup>3</sup>	1.7.2.a (c)	13,11
	Pekerjaan urugan pasir tebal 5 cm	m <sup>3</sup>	1.7.2.d (c)	7,33

	Lantai kerja K-100 tebal 10 cm	m <sup>3</sup>	2.2.1.1.b.(a)	6,62
	Pekerjaan pemasangan batu kosong tebal 15 cm	m <sup>3</sup>	1.5.1.1.b.(a)	4,64
	Pekerjaan pemasangan pondasi batu belah	m <sup>3</sup>	2.1.1.b.(a)	26,65
2.	<b>Pekerjaan Beton/Beton Bertulang</b> Pondasi Tapak – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting pondasi tapak Kolom Pusedental (20/20) – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting kolom Lantai SSC – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting pondasi tapak Kolom SSC – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting kolom Dinding SSC – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting dinding Plat Ram SSC tebal 15 cm – Beton K-225 – Besi polos – Bekisting lantai	m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> kg m <sup>2</sup>	2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.18.b 2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.20.b 2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.18.b 2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.20.b 2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.23.b 2.2.1.2.f.(a) 2.2.6.1.b.(c) A.4.1.1.22.b	1,26 271,02 6,48 0,83 187,72 16,68 25,10 1.901,10 8,96 0,77 70,19 6,96 28,35 1.173,14 263,97 5,09 404,79 33,96
3.	<b>Pekerjaan lain-lain</b> Pekerjaan <i>Bar Screen</i>	Unit	Taksir	4,00

Pekerjaan pemasangan Pipa HDPE Dia 160 mm	m	4.1.20.(c)	8,00
Pengadaan dan pemasangan pintu air + stang	Unit	Taksir	4,00
Pengisian Media <i>Gravel</i> 15/30 tebal 20 cm	m <sup>3</sup>	1.7.2.d (c) a	2,08
Pengisian Media <i>Gravel</i> 7/15 tebal 25 cm	m <sup>3</sup>	1.7.2.d (c) a	5,59
Pengisian Media pasir tebal 25 cm	m <sup>3</sup>	1.7.2.d (c)	6,04
<i>Grass Block</i>	m <sup>2</sup>	Taksir	25,10
Tiang <i>Hollow</i> 50x100x2 mm	m	Taksir	22,50
Besi <i>Hollow</i> 30x60x2 mm	m	Taksir	59,82
Besi <i>hollow</i> 30x30x2 mm	m	Taksir	803,06
Atap fiber gelombang transparan starlite	m <sup>2</sup>	Taksir	134,13
Pekerjaan pemasangan atap, besi <i>hollow</i> dan aksesoris	m <sup>2</sup>	Taksir	134,13

(Sumber: PUPR Kota Sabang, 2017)



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai Perencanaan Unit SSC IPLT Kota Sabang adalah sebagai berikut:

1. Jumlah bak SSC yang akan direncanakan sebanyak 4 bak dengan ukuran dimensi masing-masing bak yaitu panjang 9,75 meter, lebar 2,5 meter dan tinggi 2,10 meter dengan ketebalan lumpur yang diendapkan 0,5 meter dan luas permukaan 24,38 meter dengan jumlah kolam 10.
2. *Bill of quantity* (BOQ) untuk pekerjaan tanah dan pondasi memiliki total 76,72 m<sup>3</sup> , untuk pekerjaan beton bertulang sebanyak 2.525,42 m<sup>3</sup> dan untuk pekerja lain sebanyak 54,81 m<sup>3</sup>.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan dan kekurangan yang ada pada penelitian ini, diperlukan adanya saran perkembangan penelitiannya selanjutnya. Berikut saran yang dapat diperbaiki:

1. Diharapkan desain SSC ini dapat digunakan pada IPLT kota sabang
2. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai unit-unit yang lain agar dapat mencapai optimalisasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F., Nuraeni, R. (2017). Penilaian Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Beberapa Kota di Indonesia Dengan Menggunakan Analisa Faktor. *Jurnal Sumber Daya Air*, 11(2).
- Badan Pusat Statistik Kota Sabang. (2022). *Provinsi Aceh dalam angka 2022*. Badan Pusat Statistik: Sabang.
- Cambodia, M., Novilyansa, E., & Mauliana, Y. (2021). Sosialisasi Perencanaan Desain Iplt Bumi Ayu Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Abdi Masyarakat Saburai (JAMS)*, 2(02), 102–107. <https://doi.org/10.24967/jams.v2i2.1358>
- Coggan, T. L., Moodie, D., Kolobaric, A., Szabo, D., Shimeta, J., Crosbie, N. D., Lee, E., Fernandes, M., & Clarke, B. O. (2019). An investigation into per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in nineteen Australian wastewater treatment plants (WWTPs). *Heliyon*, 5(8), e02316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02316>
- Cofie, O. O., Agbottah, S., Strauss, M., Esseku, H., Montangero, A., Awuah, E., Kone, D. (2019). Solid–Liquid Separation of Faecal Sludge Using Drying Beds in Ghana: Implications for Nutrient Recycling in Urban Agriculture. *Water Research*, 161, 115577. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115577>
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. 2017. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.
- Direktorat Sanitasi. 2020. Rencana Strategis Direktorat Sanitasi 2020 – 2024, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.
- El Moussaoui, T., Belloulid, M. O., Elharbili, R., El Ass, K., & Ouazzani, N. (2022). Simultaneous assessment of purification performances and

wastewater byproducts management plans towards a circular economy: Case of Marrakesh WWTP. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(June), 100228. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100228>



- Hafizhul Hidayat, Aryo Sasmita, M. R. (2017) 'Perencanaan Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru', *Jom FTeknik*, 4(1–6).
- Haryoto Kusnoputranto (2019) *Air Limbah dan Ekskreta Manusia*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Helmi Haki dan Dwi Oktarina, (2020). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang*. Palembang : Universitas Sriwijaya
- Južnič-Zonta, Ž., Guisasola, A., & Baeza, J. A. (2022). Smart-Plant Decision Support System (SP-DSS): Defining a multi-criteria decision-making framework for the selection of WWTP configurations with resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 367(June). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132873>
- Jonrizal. (2019). *Evaluasi Efisiensi Removal Kadar Solid Suspended Solid pada Solid Separation Chamber di IPLT Keputih*. Departemen Teknik Lingkungan ITS: Tugas Akhir.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum*

Nomor 24/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan, Jakarta.

- Kengne, I. M., Dodane, P.H., Akoa, A., Kone, D. (2020). VerticalFlow Constructed Wetlands as Sustainable Sanitation Approach for Faecal Sludge Dewatering in Developing Countries. *Desalination*,
- Kuffour, A. R., Awuah, E., Anyemedu, F. O. K., Strauss, M., Koné, D., Cofie, O. (2017). Effect of Using Different Particle Sizes of Sand as Filter Media for Dewatering Faecal Sludge. *Desalination*,
- Lisieux, T., Hadatu, M., Herumurti, W., Lingkungan, D. T., & Sipil, F. T. (2021). Alternatif Revitalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja ( IPLT ) Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 40–53.
- Mawangi, S. K. I., & Moesriati, A. (2021). Kajian Risiko Proses Pengolahan Lumpur Tinja Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kota Batu). *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.72607>
- Mara, Duncan. (2019). Pengolahan Air Limbah di Daerah Iklim Panas (Terjemahan). ITB. Bandung
- Mara, Duncan. (2016). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries, UK. Earthscan.
- Nasrullah. (2007). Studi Kelayakan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kota Salatiga. *Jurnal Presipitasi*, 3(2), 16–24.
- Nuraida, Z., & Herumurti, W. (2021). Perencanaan Tipikal Unit Pengolahan Lumpur Tinja Skala Kecil Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.56396>
- Noviana, R. (2020). Evaluasi Kinerja Aset Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Cibebet di Kabupaten Bandung. Politeknik Negeri Bandung, Indonesia. Vol 25, No. 2.

- Oktarina, D., & Haki Helmi. (2013). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang (Studi Kasus : *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 75–79.
- Oktiawan, W., Hardyanti, N., & Damayanti, P. (2018). Masterplan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Wilayah Perkotaan Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 69.
- Pranoto, K., Pahilda, W. R., Abfertiawan, M. S., Elistyandari, A., & Sutikno, A. (2019). *Teknologi Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Air Activated Sludge Technology to Treat Wastewater from Offices and Residential*. 1(November), 61–66.
- Prayudi, T. R. (2014). Potensi Pendapatan Retribusi Pengolahan Lumpur Tinja Di Iplt Talang Bakung, Kota Jambi, Provinsi Jambi. *Jurnal Sosek Pekerjaan Umum*, 6(2), 129–138.
- Purba, R., Kasman, M., & Herawati, P. (2020). Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Talang Bakung Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.33087/daurling.v3i1.41>
- Putri, N. C. (2019). Kajian Implementasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja di Indonesia. Tugas Akhir, Teknik Lingkungan ITS.
- Rahmawati, T., Fatimah, E., Sipil, M. T., Teknik, F., Kuala, U. S., Aceh, B., Sipil, J. T., Teknik, F., Kuala, U. S., Aceh, B., Kimia, J. T., Teknik, F., Kuala, U. S., & Aceh, B. (2022). Evaluasi Kondisi Fisik Instalasi Pengolahan Lumpur. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 5(3), 201–212.
- Rizkiyah, D., & Yudihanto, G. (2013). Pengolahan Lumpur Tinja Pada Sludge Drying Bed IPLT Keputih Menjadi bahan Bakar Alternatif Dengan Metode Biodrying. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2), 133–137.
- Said Nusa Idaman (2017) *Teknologi Pengolahan Air Limbah, Teori dan Aplikasi*. Erlangga.

Varon, Miguel (2017). Waste Stabilisation Ponds. IRC International Water and Sanitation centre

Yeni Pratiwi (2019) 'Analisis kebutuhan instalasi pengolahan lumpur tinja (iplt) di kabupaten blitar',p. 12.



**LAMPIRAN A**  
**DOKUMENTASI GAMBAR**



A.1 Observasi kondisi eksisting  
IPLT Kota Sabang



A.2 Kondisi eksisting pagar nama  
sudah hilang



A.3 Kondisi eksisting sudah banyak  
berkarat dan retak



A.4 Kondisi eksisting sudah  
tertimbun rerumputan



A.5 Pengambilan sampel di septitack rumah warga kawasan Ie Meulee



A.5 Pengambilan sampel di septitack rumah warga kawasan Tanoh Buju



A.6 Sampel septitank rumah warga di kawasan Teupin Cirik

جامعة البراءة

AB - RANIRY

## LAMPIRAN B

### PERATURAN TERKAIT PENELITIAN

LAMPIRAN I  
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN  
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR 04/PRT/M/2017  
TENTANG  
PENYELENGGARAAN SISTEM  
PENGELOLAAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK

#### JENIS DAN KOMPONEN SPALD

- A. **KLASIFIKASI SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK**  
Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) terbagi menjadi dua sistem pengelolaan, yaitu Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) dan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).
1. **Pemilihan Jenis SPALD**  
Pemilihan jenis SPALD dilaksanakan dengan mempertimbangkan:
- a) **Kepadatan Penduduk**  
Tingkat kepadatan penduduk yang biasa digunakan dalam perencanaan SPALD yaitu 150 (seratus lima puluh) jiwa/Ha.
  - b) **Kedalaman Muka Air Tanah**  
Kedalaman muka air tanah digunakan sebagai kriteria dalam penetapan SPALD. Untuk muka air tanah lebih kecil dari 2 (dua) meter atau jika air tanah sudah tercemar, digunakan SPALD-T.
  - c) **Kemiringan Tanah**  
Penerapan jaringan pengumpulan air limbah domestik sesuai jika kemiringan tanah sama dengan atau lebih dari 2% (dua persen), sedangkan *shallow sewer* dan *small bore sewer* dapat digunakan pada berbagai kemiringan tanah.
  - d) **Permeabilitas Tanah**  
Permeabilitas tanah sangat mempengaruhi penentuan jenis SPALD, khususnya untuk penerapan Sub-sistem Pengolahan Setempat (cubluk maupun tangki septik dengan bidang resapan). Untuk mengetahui besar kecilnya permeabilitas tanah dapat diperkirakan dengan memperhatikan jenis tanah

JDIH Kementerian PUPR

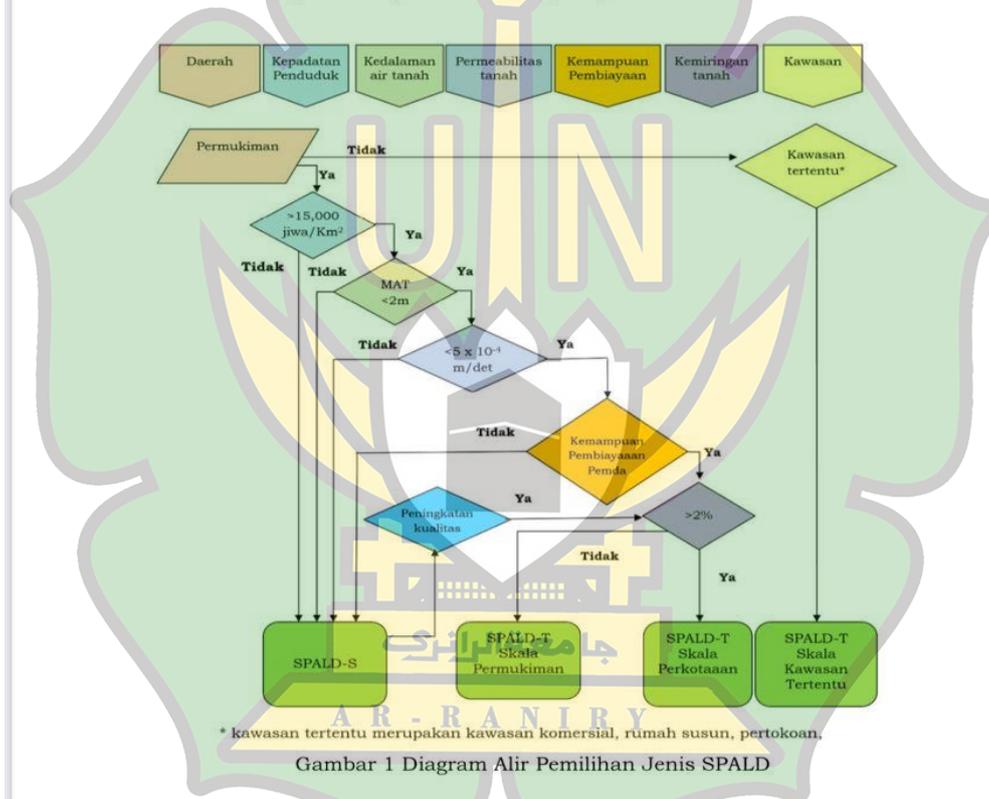
- 2 -

dan angka infiltrasi tanah atau berdasarkan tes perkolasi tanah. Permeabilitas yang efektif yaitu  $5 \times 10^{-4}$  m/detik dengan jenis tanah pasir halus sampai dengan pasir yang mengandung lempung.

e) Kemampuan Pembiayaan

Kemampuan pembiayaan dapat mempengaruhi pemilihan jenis SPALD, terutama kemampuan Pemerintah Daerah dalam membiayai pengoperasian dan pemeliharaan SPALD-T.

Pemilihan jenis SPALD dapat mengacu pada diagram alir pemilihan jenis SPALD seperti pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Diagram Alir Pemilihan Jenis SPALD

Dasar pertimbangan yang utama dalam pemilihan teknologi SPALD yaitu kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk  $>150$

- 3 -

- 3 -

jiwa/Ha (15,000 jiwa/Km<sup>2</sup>) dapat menerapkan sistem SPALD-T, sedangkan untuk kepadatan penduduk kurang dari 150 jiwa/Ha masih terdapat beberapa pertimbangan lainnya, seperti sumber air yang ada, kedalaman air tanah, permeabilitas tanah, kemiringan tanah, ketersediaan lahan, termasuk kemampuan membiayai. Contohnya apabila kepadatan penduduknya lebih dari 150 jiwa/Ha, kedalaman air tanahnya kurang dari 1 m dan tidak memiliki permeabilitas tinggi. Jika kemiringan tanahnya lebih dari 2% (dua persen) dan kemampuan membiayai memenuhi maka dapat menggunakan SPALD-T, sedangkan jika kemiringan tanahnya kurang dari 2% (dua persen), maka terdapat pilihan teknologi lain tergantung pada kemampuan membiayai dan kecocokan teknologi yang dipilih.

#### B. SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK SETEMPAT

Komponen SPALD-S terdiri dari:

##### 1. Sub-sistem Pengolahan Setempat

Sub-sistem Pengolahan Setempat berfungsi untuk mengumpulkan dan mengolah air limbah domestik (*black water* dan *grey water*) di lokasi sumber.

Kapasitas pengolahan terdiri atas:

- a) Skala Individual dapat berupa Cubluk Kembar, Tangki Septik dengan bidang resapan, biofilter dan unit pengolahan air limbah fabrikasi; dan
- b) Skala Komunal diperuntukkan:
  - 1) 2 (dua) sampai dengan 10 (sepuluh) unit rumah tinggal; dan
  - 2) Mandi Cuci Kakus (MCK), dapat berupa permanen dan non permanen (*mobile toilet*).

##### 2. Sub-sistem Pengangkutan

Sub-sistem Pengangkutan merupakan sarana untuk memindahkan lumpur tinja dari Sub-sistem Pengolahan Setempat ke Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja.

Sarana pengangkut lumpur tinja ini berupa kendaraan pengangkut yang memiliki tangki penampung dari bahan baja yang harus dilengkapi dengan:

JDIH Kementerian PUPR

- 4 -

- 4 -

- a) alat penyedot lumpur tinja berupa pompa vakum dan peralatan selang; dan
- b) tanda pengenal khusus, contoh warna yang mencolok, tulisan spesifik.

Selain kelengkapan tersebut, sarana pengangkutan lumpur tinja dapat juga dilengkapi dengan alat pemantauan elektronik. Untuk lokasi yang tidak dapat dijangkau oleh truk, dapat menggunakan kendaraan bermotor roda tiga atau sejenisnya yang telah dimodifikasi sesuai kebutuhan.

### 3. Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja

Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja berfungsi untuk mengolah lumpur tinja yang masuk ke dalam IPLT. Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja terdiri dari pengolahan fisik, pengolahan biologis, dan/atau pengolahan kimia.

Prasarana dan sarana IPLT terdiri atas:

- a) Prasarana utama yang berfungsi untuk mengolah lumpur tinja, yang meliputi:
  - 1) unit penyaringan secara mekanik atau manual berfungsi untuk memisahkan atau menyaring benda kasar di dalam lumpur tinja;
  - 2) unit pengumpulan berfungsi untuk mengumpulkan lumpur tinja dari kendaraan penyedot lumpur tinja sebelum masuk ke unit pengolahan berikutnya;
  - 3) unit pemekatan berfungsi untuk memisahkan padatan dengan cairan yang dikandung lumpur tinja, sehingga konsentrasi padatan akan meningkat atau menjadi lebih kental;
  - 4) unit stabilisasi berfungsi untuk menurunkan kandungan organik dari lumpur tinja, baik secara anaerobik maupun aerobik;
  - 5) unit pengeringan lumpur berfungsi untuk menurunkan kandungan air dari lumpur hasil olahan, baik dengan mengandalkan proses fisik dan/atau proses kimia; dan
  - 6) unit pemrosesan lumpur kering berfungsi untuk mengolah lumpur yang sudah stabil dari hasil pengolahan lumpur sebelumnya untuk kemudian dimanfaatkan.

JDIH Kementerian PUPR

- 5 -

- 6 -

Sub-sistem Pelayanan meliputi pipa tinja, pipa non tinja, bak perangkap lemak dan minyak dari dapur, pipa persil, dan bak kontrol.

2. Sub-sistem Pengumpulan

Sub-sistem Pengumpulan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik melalui perpipaan dari Sub-sistem Pelayanan ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat.

Sub-sistem Pengumpulan terdiri dari pipa retikulasi, pipa induk, dan prasarana dan sarana pelengkap.

3. Sub-sistem Pengolahan Terpusat

Sub-sistem Pengolahan Terpusat merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah air limbah domestik yang dialirkan dari sumber melalui Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan.

Prasarana dan sarana IPALD terdiri atas:

a) Prasarana utama meliputi:

- 1) bangunan pengolahan air limbah domestik;
- 2) bangunan pengolahan lumpur;
- 3) peralatan mekanikal dan elektrikal; dan/atau
- 4) unit pemanfaatan hasil olahan.

b) Prasarana dan sarana pendukung meliputi:

- 1) gedung kantor;
- 2) laboratorium;
- 3) gudang dan bengkel kerja;
- 4) infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
- 5) sumur pantau;
- 6) fasilitas air bersih;
- 7) alat pemeliharaan;
- 8) peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3);
- 9) pos jaga;
- 10) pagar pembatas;
- 11) pipa pembuangan;
- 12) tanaman penyangga, dan/atau
- 13) sumber energi listrik.

- 7 -

Sub-sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) yang berfungsi untuk mengolah air limbah domestik. Sub-sistem pengolahan terdiri dari unit pengolahan air limbah domestik (pengolahan fisik, pengolahan biologis, dan/atau pengolahan kimia), pengolahan lumpur hasil olahan air limbah domestik tersebut (baik berupa lumpur dari pengolahan fisik maupun lumpur dari hasil pengolahan biologis/kimia), dan unit pembuangan akhir.

Bagi kota yang sudah mempunyai IPALD tapi tidak mempunyai IPLT, IPALD yang sudah ada tidak dapat berfungsi sekaligus sebagai IPLT untuk mengolah lumpur tinja karena IPALD tetap berfungsi untuk mengolah air limbah domestik saja. Apabila IPALD yang ada ingin difungsikan sebagai IPLT juga, maka diperlukan penyediaan tambahan unit pemisah lumpur sebelum lumpur tinja tersebut masuk ke dalam IPALD.

Apabila debit lumpur tinja yang masuk ke IPALD lebih besar dari 10% (sepuluh persen) dari kapasitas terpasang IPALD, maka diperlukan unit pengolahan pendahuluan secara biologis.

Air hasil olahan IPALD dan IPLT yang dibuang ke badan air permukaan, harus memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Apabila air limbah domestik yang telah terolah akan dimanfaatkan untuk keperluan tertentu, maka air olahan tersebut harus memenuhi baku mutu sesuai peruntukannya.

MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN  
PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

M. BASUKI HADIMULJONO

Salinan sesuai dengan aslinya  
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT  
Kepala Biro Hukum,



Siti Martini  
NIP. 195803311984122001

LAMPIRAN II  
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN  
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR 04/PRT/M/2017  
TENTANG  
PENYELENGGARAAN SISTEM  
PENGELOLAAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK

PERENCANAAN SPALD

BAB I  
RENCANA INDUK

A. PERIODE PERENCANAAN

Rencana Induk penyelenggaraan SPALD harus direncanakan untuk periode perencanaan 20 (dua puluh) tahun, ditetapkan oleh Menteri, Gubernur, dan Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya.

Periode perencanaan dalam penyusunan Rencana Induk dibagi menjadi 3 (tiga) tahap perencanaan, meliputi:

1. Perencanaan Jangka Panjang

Perencanaan penyelenggaraan SPALD jangka panjang merupakan rangkaian dari keseluruhan penyelenggaraan di sektor air limbah domestik untuk jangka waktu 20 (dua puluh) tahun.

2. Perencanaan Jangka Menengah

Perencanaan penyelenggaraan SPALD jangka menengah merupakan penjabaran dari perencanaan jangka panjang untuk jangka waktu 5 (lima) tahun.

3. Perencanaan Jangka Pendek

Perencanaan penyelenggaraan SPALD jangka pendek merupakan penjabaran dari perencanaan SPALD jangka menengah yang sifatnya mendesak untuk jangka waktu 1 (satu) tahun.

B. PENINJAUAN ULANG RENCANA INDUK

Peninjauan ulang Rencana Induk SPALD dapat dilakukan setiap 5 (lima) tahun. Apabila RPJPD dan/atau RTRW mengalami perubahan, maka Rencana Induk SPALD perlu ditinjau ulang.

LAMPIRAN V  
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN  
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR 04/PRT/M/2017  
TENTANG  
PENYELENGGARAAN SISTEM  
PENGELOLAAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK

PENGAWASAN

BAB I  
PEMANTAUAN DAN EVALUASI SPALD

A. UMUM

Pemantauan dan Evaluasi SPALD dilaksanakan dengan maksud agar penyelenggaraan SPALD dapat terlaksana sesuai dengan perencanaan serta memenuhi persyaratan, standar dan baku mutu yang ditetapkan. Pemantauan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi penyelenggaraan SPALD yang sedang berlangsung. Evaluasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kesesuaian penyelenggaraan SPALD dengan cara membandingkan hasil pemantauan dengan tolok ukur/kriteria/standar yang sudah ditetapkan saat perencanaan.

Pengawasan dilaksanakan berdasarkan prinsip sebagai berikut:

1. Profesional dan objektif  
Pelaksanaan pengawasan dilakukan secara profesional berdasarkan analisis data yang lengkap dan akurat agar menghasilkan penilaian secara objektif dan masukan yang tepat.
2. Transparan  
Pelaksanaan pengawasan dilakukan secara terbuka dan dilaporkan secara luas.
3. Akuntabel  
Pelaksanaan pengawasan yang dilakukan harus dapat dipertanggungjawabkan secara internal maupun eksternal.
4. Tepat waktu  
Pelaksanaan pengawasan harus dilakukan sesuai dengan waktu yang dijadwalkan.

LAMPIRAN IV  
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN  
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
NOMOR 04/PRT/M/2017  
TENTANG  
PENYELENGGARAAN SISTEM  
PENGELOLAAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK

PENGOPERASIAN, PEMELIHARAAN, DAN REHABILITASI

A. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN SPALD-S

1. Pengoperasian dan Pemeliharaan Sub-sistem Pengolahan Setempat

Kegiatan yang dilakukan dalam pengoperasian Sub-sistem Pengolahan Setempat pada tangki septik sebagai berikut:

- a) memastikan pipa ventilasi tidak tersumbat sama sampah atau benda lain yang dapat menimbulkan bau;
- b) menjaga agar sampah atau benda lain tidak menyumbat toilet, saluran, dan tangki septik;
- c) menjaga agar bahan kimia berbahaya tidak masuk ke tangki septik yang dapat mengganggu proses biologis;
- d) memantau kondisi lumpur dan *scum* di tangki septik serta kondisi lahan resapan paling sedikit 2 – 3 tahun; dan
- e) menyedot lumpur tinja secara berkala.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan tangki septik antara lain:

- a) mengamati perubahan area yang dapat mempengaruhi kondisi prasarana tangki septik, seperti gempa bumi, renovasi rumah, penurunan permukaan tanah;
- b) menjaga prasarana tangki septik dalam kondisi baik dengan memeriksa tinggi akumulasi lumpur, tidak menempatkan benda yang berat (contoh: mobil) di atas tangki septik dan bidang resapan;

**LAMPIRAN C**  
**PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)**

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Analisa	Harga Satuan	Volume	Jumlah Harga
<b>PEKERJAAN SOLID SEPARATION CHAMBER</b>						
1.	<b>Pekerjaan tanah dan pondasi</b>					
	Pekerjaan galian tanah	m3	E1-311	79.496	42,37	3.368.130,51
	Pekerjaan urugan tanah kembali	m3	1.7.2.a (c)	64.400	13,11	844.380,60
	Pekerjaan urugan pasir tebal 5 cm	m3	1.7.2.d (c)	170.352	7,33	1.248.083,93
	Lantai kerja K-100 tebal 10 cm	m3	2.2.1.1.b.(a)	1.392.299	6,62	9.210.751,12
	Pekerjaan pemasangan batu kosong tebal 15 cm	m3	1.5.1.1.b.(a)	457.373	4,64	2.124.041,51
	Pekerjaan pemasangan pondasi batu belah	m3	2.1.1.b.(a)	946.372	26,65	25.224.480,99

2.	<b>Pekerjaan Beton/Beton Bertulang</b>					
	<b>Pondasi Tapak</b>					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	1,26	2.084.073,03
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	271,02	5.467.524,84
	– Bekisting pondasi tapak	m2	A.4.1.1.18.b	192.953	6,48	1.250.334,49
	<b>Kolom Pusedental (20/20)</b>					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	0,83	1.374.548,76
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	187,72	3.787.131,37
	– Bekisting kolom	m2	A.4.1.1.20.b	298.453	16,68	4.978.204,27
	<b>Lantai SSC</b>					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	25,10	41.371.610,28
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	1.901,10	38.353.268,28
	– Bekisting pondasi tapak	m2	A.4.1.1.18.b	192.953	8,96	1.729.629,38
	<b>Kolom SSC</b>					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	0,77	1.269.727,06
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	70,19	1.416.043,80
	– Bekisting kolom	m2	A.4.1.1.20.b	298.453	6,96	2.077.236,31
	<b>Dinding SSC</b>					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	28,35	46.729.845,27

	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	1.173,14	23.667.239,21
	– Bekisting dinding	m2	A.4.1.1.23.b	338.773	263,97	89.427.461,88
	Plat Ram SSC tebal 15 cm					
	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	5,09	8.395.625,16
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	404,79	8.166.362,43
	– Bekisting lantai	m2	A.4.1.1.22.b	335.787	33,96	11.403.320,63
3.	<b>Pekerjaan lain-lain</b>					
	Pekerjaan <i>Bar Screen</i>	Unit	Taksir	4.377.188	4,00	17.508.750,00
	Pekerjaan pemasangan Pipa HDPE Dia 160 mm	m	4.1.20.(c)	458.375	8,00	3.666.998,72
	Pengadaan dan pemasangan pintu air + stang	Unit	Taksir	19.031.250	4,00	76.125.000,00
	Pengisian Media Gravel 15/30 tebal 20 cm	m3	1.7.2.d (c) a	822.192	2,08	1.706.048,40
	Pengisian Media Gravel 7/15 tebal 25 cm	m3	1.7.2.d (c) a	822.192	5,59	4.593.997,80
	Pengisian Media pasir tebal 25 cm	m3	1.7.2.d (c)	170.352	6,04	1.028.500,20
	<i>Grass Block</i>	m2	Taksir	150.000	25,10	3.765.000,00
	Tiang Hollow 50x100x2 mm	m	Taksir	60.000		

	Besi Hollow 30x60x2 mm	m	Taksir	50.000	22,50	1.350.000,00
	Besi Hollow 30x30x2 mm	m	Taksir	20.000	59,82	2.991.000,00
	Atap fiber gelombang transparan starlite	m2	Taksir	72.500	803,06	16.061.200,00
	Pekerjaan pemasangan atap, besi hollow dan aksesoris	m2	Taksir	75.000	134,13	9.724.751,25
					134,13	10.060.087,50
	<b>JUMLAH</b>					<b>483.550.389,00</b>
<b>PEKERJAAN KOLAM ANAEROBIK</b>						
1	<b>Pekerjaan Tanah</b>					
	- Galian tanah	m3	E1-311	79.496	133,58	10.619.419,56
	- Pasir urug tebal 5 cm	m3	1.7.2.d (c)	170.352	2,02	344.792,45
	- Urugan tanah kembali	m3	1.7.2.a (c)	64.400	4,05	260.691,20
2	<b>Pekerjaan Beton/Beton Bertulang</b>					
	Lantai kerja Beton K-100 tebal 5 cm	m3	2.2.1.1.b.(c)	1.392.299	2,02	2.818.012,29
	Lantai Kolam tebal 20 cm					
	- Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	7,56	12.459.939,40
	- Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	1.006,22	20.299.762,03
	- Bekisting pondasi tapak	m2	A.4.1.1.18.b	192.953	5,28	1.018.791,07
	Dinding Kolam tebal 20 cm					

	– Beton K-225	m3	2.2.1.2.f.(a)	1.648.140	25,90	42.686.826,00
	– Besi polos	kg	2.2.6.1.b.(c)	20.174	3.761,08	75.876.951,42
	– Bekisting dinding	m2	A.4.1.1.21.b	305.733	254,80	77.900.894,10
3	<b>Pekerjaan Box Control</b> Pemasangan <i>Box Control</i> Pekerjaan pemasangan Pipa HDPE Dia 160 mm	Unit m	A.5.1.1.17. 4.1.20.(c)	878.787 458.375	4,00 76,19	3.515.146,88 34.923.579,06
	<b>JUMLAH</b>					<b>282.724.804,45</b>

