

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)  
KOMUNAL GAMpong SURIEN KOTA BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**WALAD SHALEH**

**NIM. 170702038**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1442 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)  
KOMUNAL GAMPONG SURIEN KOTA BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sebagai salah satu persyaratan penulisan Tugas Akhir dalam ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

**WALAD SHALEH**

**NIM.170702038**

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

Banda Aceh, 28 April 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Aulia Rohendi, M.Sc.  
NIDN. 2010048202

Pembimbing II



Vera Viena, M.T.  
NIDN. 0123067802

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



(Dr. Eng. Nur Aida, M. Si)  
NIDN. 201606780

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)  
KOMUNAL GAMPONG SURIEN KOTA BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah 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: Kamis, 28 April 2022  
27 Ramadan 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
NIDN. 2010048202

Penguji I,



Dr. Muhammad Nizar, M.T  
NIDN. 0122057502

Sekretaris,



Vera Viena, M.T.  
NIDN. 0123067802

Penguji II,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc  
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Walad Shaleh  
NIM : 170702038  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal  
Gampong Surien Kota Banda Aceh

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.

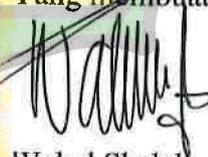
Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry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

AR-RANIRY

Banda Aceh, 28 April 2022

Yang membuat Pernyataan,



  
Walad Shaleh

NIM. 170702038

## ABSTRAK

Nama : Walad Shaleh  
Nim : 170702038  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)  
Komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh  
Tanggal Sidang : 28 April 2022  
Jumlah Halaman : 76  
Pembimbing I : Aulia Rohendi S.T., M. Sc.  
Pembimbing II : Vera Viena S.T., M.T.  
Kata Kunci : Evaluasi, IPAL Komunal, Limbah Cair Domestik, Efektivitas, efisiensi, Pengelolaan, Pengolahan IPAL

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Surien merupakan salah satu IPAL komunal yang berdiri dan mulai beroperasi pada tahun 2019 di Banda Aceh. Tujuan dari penelitian ini melakukan evaluasi untuk mengetahui kualitas air limbah setelah proses pengolahan, kondisi terhadap aspek teknis, dan aspek lingkungan dalam pengelolaan IPAL, dan mengetahui efisiensi pengolahan IPAL komunal. Hasil penelitian didapatkan bahwa kualitas air limbah setelah proses pengolahan yang memenuhi baku mutu sesuai PERMEN LHK No.68 Tahun 2016 ialah parameter pH dengan nilai 6,8, BOD 6,5041 mg/L, TSS 6 mg/L, Total Coliform >2400 jumlah/100 mL, Minyak dan Lemak 0,064 mg/L, sedangkan yang belum memenuhi baku mutu ialah COD dengan nilai 123 mg/L, dan Amoniak 64,1024 mg/L. Hasil evaluasi terhadap aspek teknis dengan kriteria desain IPAL, komponen IPAL, layout, kapasitas terpasang, dan beban air limbah memiliki nilai 3,4 termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Adapun untuk aspek lingkungan dengan kriteria topografi lahan, badan air penerima, kualitas air limbah setelah proses pengolahan, letak geografis, bahaya banjir, dan jenis tanah memiliki nilai 3,33 juga termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Gabungan kedua aspek (aspek teknis dan lingkungan) mendapatkan nilai 3,45 termasuk golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Hasil persentase penyisihan IPAL adalah BOD sebesar 94,5%, TSS sebesar 88,4%, COD sebesar 54,6%, dan amonia sebesar 8,5%.

## ABSTRACT

Name : Walad Shaleh  
Nim : 170702038  
Study Program : *Environmental Engineering*  
Title : *Evaluation of Wastewater Treatment Plant (WWTP)  
Communal Gampong Surien Banda Aceh City*  
Session Date : 28 April 2022  
Number of Pages : 76  
Supervisor I : Aulia Rohendi S.T., M. Sc.  
Supervisor II : Vera Viena S.T., M.T.  
Keywords : *Evaluation, Communal WWTP, Domestic Liquid  
Waste, Effectiveness, efficiency, management,  
treatment of WWTP*

*The Gampong Surien communal Wastewater Treatment Plant (IPAL) is one of the communal IPALs that was established and started operating in 2019 in Banda Aceh. The purpose of this study is to evaluate the quality of wastewater after the treatment process, conditions on technical aspects, and environmental aspects in WWTP management, and determine the efficiency of communal WWTP processing. The results showed that the quality of wastewater after processing that meets the quality standards according to PERMEN LHK No.68 of 2016 is the pH parameter with a value of 6.8, BOD 6.5041 mg/L, TSS 6 mg/L, Total Coliform >2400 total /100 mL, Oil and Fat 0.064 mg/L, while those that do not meet the quality standard are COD with a value of 123 mg/L, and Ammonia 64,1024 mg/L. The results of the evaluation of the technical aspects with the WWTP design criteria, WWTP components, layout, installed capacity, and wastewater load have a value of 3.4, including in the very good category (3.25 - 4.00). As for the environmental aspects with the criteria of land topography, receiving water bodies, wastewater quality after processing, geographical location, flood hazard, and soil type having a value of 3.33 which is also included in the very good category (3.25 - 4.00). The combination of the two aspects (technical and environmental aspects) gets a score of 3.45 including the very good category (3.25 - 4.00). The results of the percentage of WWTP removal were BOD of 94.5%, TSS of 88.4%, COD of 54.6%, and ammonia of 8.5%.*

## KATA PENGANTAR

### *Bismillahirrahmanirrahim*

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas segala karunia yang tiada henti Allah SWT berikan kepada seluruh makhluknya yang tidak terhingga banyaknya. Shalawat beriring salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Rasulullah SAW. Penulis mengucapkan syukur yang sangat mendalam atas terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh” sebagai syarat untuk memenuhi dan melengkapi keperluan di dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tiada hentinya syukur, penulisan Tugas Akhir ini dapat selesai karena dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaiannya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Mama dan Ayah beserta keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa tiada henti untuk penulis.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd selaku Kepala Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Kepala Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. Selaku sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan selaku Pembimbing Akademik atas segala arahan, bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
5. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu Vera Viena, M.T selaku Dosen Pembimbing 2 yang juga telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya selama ini.
8. Teman Angkatan Teknik Lingkungan 2017.
9. Seluruh sahabat dan teman yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.

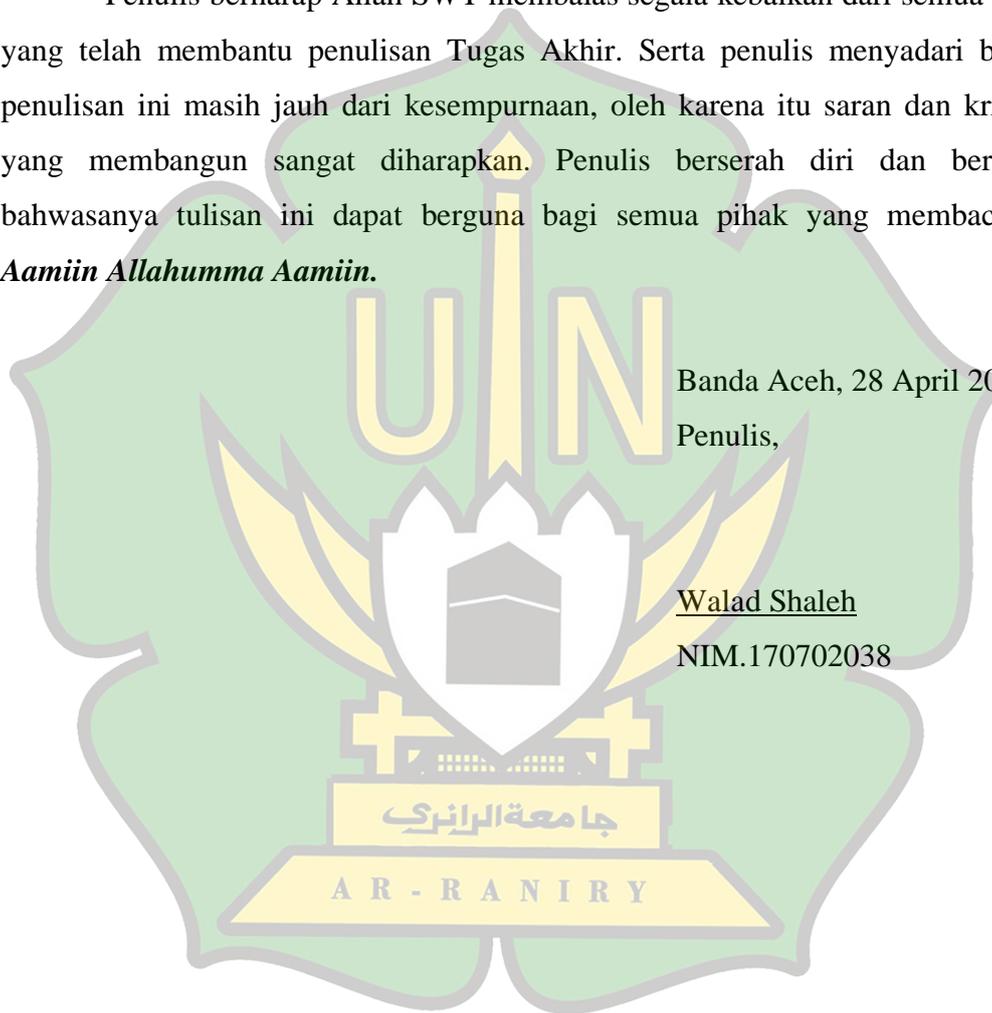
Penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir. Serta penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritikan yang membangun sangat diharapkan. Penulis berserah diri dan berharap bahwasanya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

Banda Aceh, 28 April 2022

Penulis,

Walad Shaleh

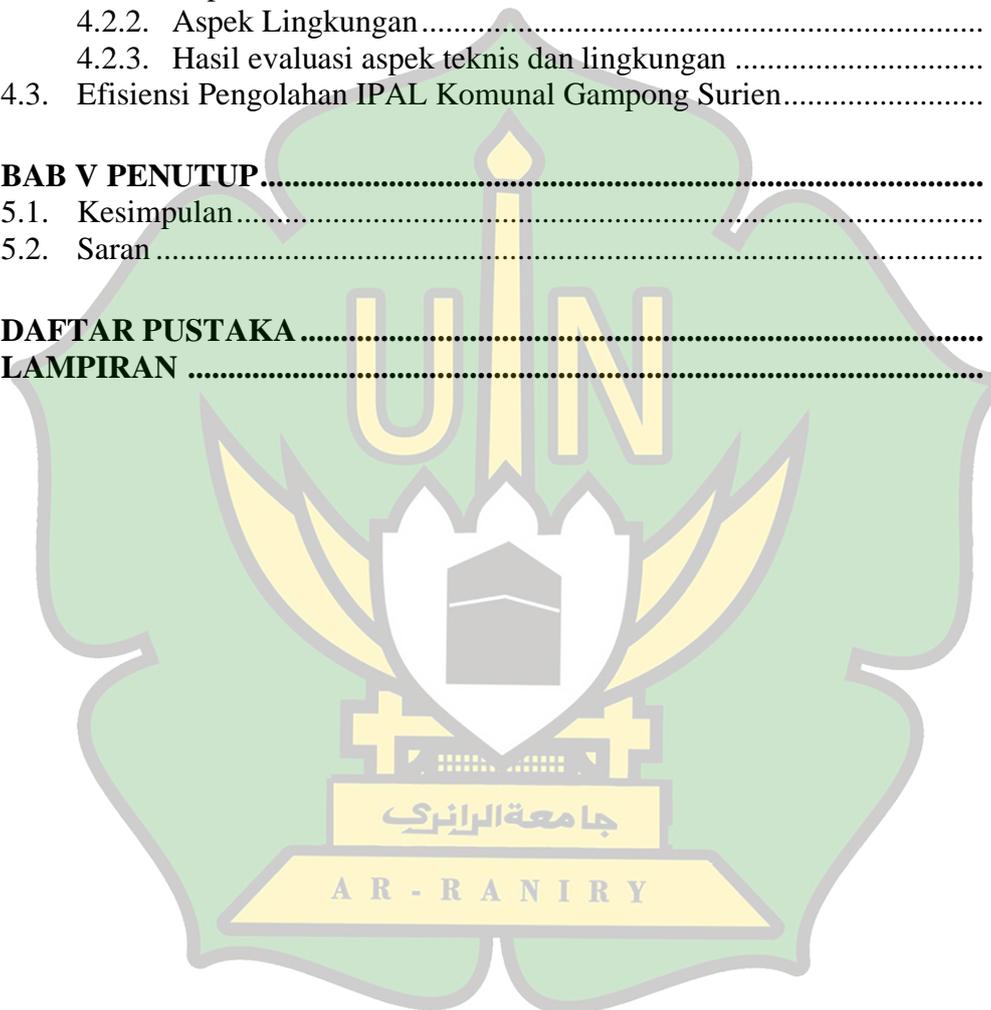
NIM.170702038



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Limbah Cair Domestik dan Karakteristiknya.....	5
2.2. Prinsip dan Konsep Sanitasi.....	7
2.2.1. Pengertian Sanitasi.....	7
2.2.2. Prinsip Sanitasi.....	7
2.2.3. Konsep Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS).....	8
2.3. Sistem Pengolahan Air Limbah.....	10
2.3.1. Sistem Sanitasi Setempat.....	10
2.3.2. Sistem Sanitasi Terpusat.....	10
2.4. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat.....	11
2.4.1. Sistem Pelayanan.....	11
2.4.2. Sistem Pengumpulan.....	12
2.4.3. Sistem Pengolahan Terpusat.....	13
2.5. Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	20
2.6. Penelitian Terdahulu.....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1. Metode Penelitian.....	28
3.1.1. Data Primer.....	32
3.1.2. Data Sekunder.....	32
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	32
3.3. Tahapan Penelitian.....	34
3.3.1. Tahap Persiapan.....	34
3.3.2. Tahap Pengambilan Sampel.....	34
3.3.3. Tahap Uji Parameter.....	35
3.3.4. Perhitungan Beban Air Limbah Rencana dan Eksisting.....	35

3.3.5. Pengumpulan Data melalui Wawancara .....	36
3.3.6. Tahap Pengolahan dan Analisis Data .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1. Kualitas Air limbah setelah proses pengolahan IPAL Komunal Gampong Surien .....	39
4.2. Evaluasi Terhadap Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan.....	40
4.2.1 Aspek Teknis .....	40
4.2.2. Aspek Lingkungan.....	50
4.2.3. Hasil evaluasi aspek teknis dan lingkungan .....	51
4.3. Efisiensi Pengolahan IPAL Komunal Gampong Surien.....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

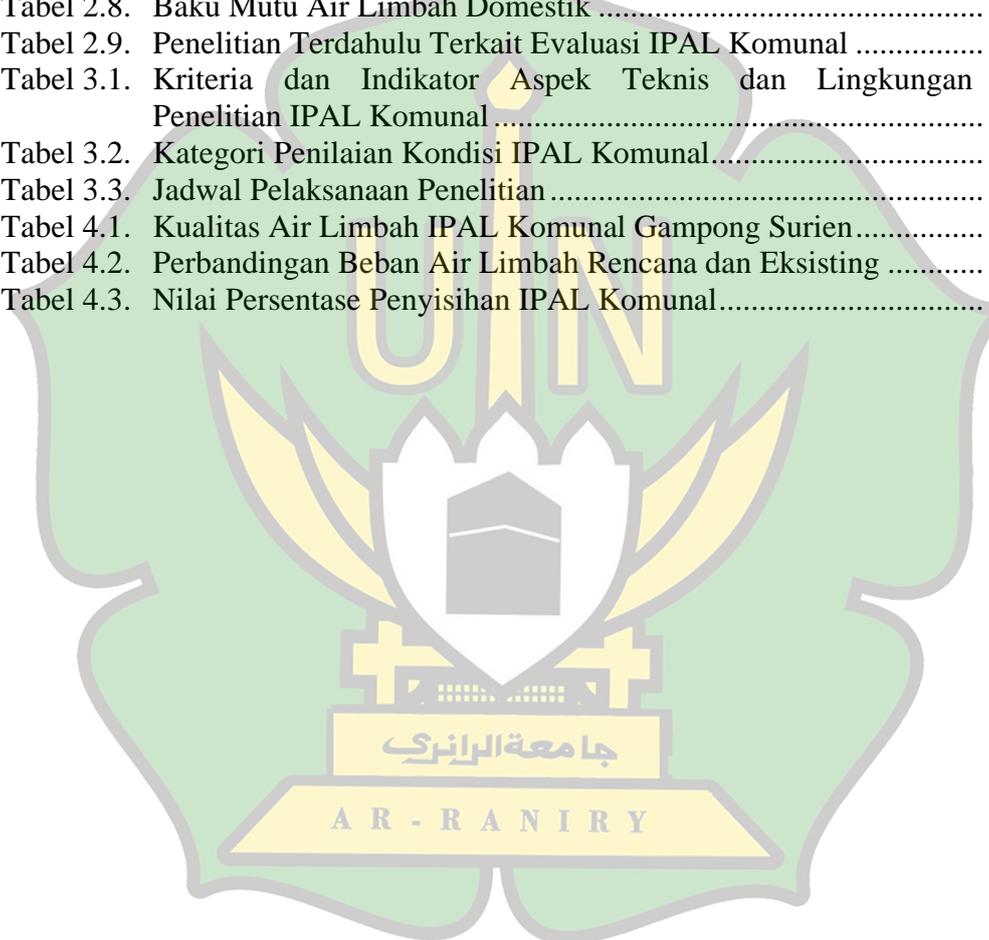


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> .....	15
Gambar 2.2. <i>Anaerobic Filter</i> .....	17
Gambar 3.1. Lokasi IPAL Komunal Gampong Surien .....	34
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1. <i>Detailed Engineering Design</i> (DED) IPAL Komunal.....	41
Gambar 4.2. Kondisi Eksisting IPAL Komunal.....	41
Gambar 4.3. <i>Detailed Engineering Design</i> (DED) Pemipaan Primer dan SR .....	43
Gambar 4.4. Kondisi Eksisting Pemipaan.....	43
Gambar 4.5. <i>Detailed Engineering Design</i> (DED) Bak Kontrol Type 1-4...	44
Gambar 4.6. Kondisi Eksisting Bak Kontrol Primer.....	44
Gambar 4.7. <i>Detailed Engineering Design</i> (DED) Bak Kontrol <i>Grease Trap</i> dan <i>Black Water</i> .....	45
Gambar 4.8. Kondisi Eksisting Bak Kontrol <i>Grease Trap</i> dan <i>Black Water</i> .....	45
Gambar 4.9. <i>Detailed Engineering Design</i> (DED) bak settler, AF, dan ABR.....	46
Gambar 4.10. Kondisi eksisting bak settler, AF, dan ABR.....	46
Gambar 4.11. Kondisi Eksisting Bangunan MCK .....	47
Gambar 4.12. Kondisi Rembesan Air Limbah.....	48
Gambar 4.13. Peta Lokasi Perencanaan Kapasitas Terpasang .....	49
Gambar 4.14. Kondisi Badan Air Penerima.....	51
Gambar 4.15. Hasil Evaluasi Aspek Teknis.....	51
Gambar 4.16. Hasil Evaluasi Aspek Lingkungan .....	52
Gambar 4.17. Hasil Evaluasi Keseluruhan.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kriteria Desain Pipa Sub-Sistem Pelayanan .....	11
Tabel 2.2.	Kriteria Desain Bak Kontrol .....	12
Tabel 2.3.	Kriteria Desain Bak Pengendap ( <i>Primary Sedimentation</i> ) .....	13
Tabel 2.4.	Kriteria Desain <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> .....	15
Tabel 2.5.	Kelebihan dan Kekurangan ABR.....	16
Tabel 2.6.	Kriteria Desain <i>Anaerobic Filter</i> .....	19
Tabel 2.7.	Kelebihan dan Kekurangan <i>Anaerobic Filter</i> .....	20
Tabel 2.8.	Baku Mutu Air Limbah Domestik .....	20
Tabel 2.9.	Penelitian Terdahulu Terkait Evaluasi IPAL Komunal .....	22
Tabel 3.1.	Kriteria dan Indikator Aspek Teknis dan Lingkungan Penelitian IPAL Komunal .....	29
Tabel 3.2.	Kategori Penilaian Kondisi IPAL Komunal.....	32
Tabel 3.3.	Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	33
Tabel 4.1.	Kualitas Air Limbah IPAL Komunal Gampong Surien.....	39
Tabel 4.2.	Perbandingan Beban Air Limbah Rencana dan Eksisting .....	49
Tabel 4.3.	Nilai Persentase Penyisihan IPAL Komunal.....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Dokumentasi Pribadi .....	61
LAMPIRAN B Perhitungan Beban/Debit Air Limbah.....	64
LAMPIRAN C Hasil Pengujian Laboratorium.....	67
LAMPIRAN D Surat Keterangan .....	68
LAMPIRAN E Pedoman Wawancara-Observasi dan Hasil .....	69
LAMPIRAN F Tahap Uji Parameter .....	71



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 68, (2016) air limbah domestik adalah air buangan dari berbagai kegiatan rumah tangga seperti mandi, cuci, kakus dan dapur. Air limbah mengandung bahan pencemar yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, seperti penurunan kualitas air, gangguan kesehatan, dan lain-lain. Menurut *World Bank Report*, (2013) disebutkan bahwa persentase lumpur limbah dari *septic tank* yang telah dikelola dengan baik hanya kurang dari 5%. Sementara itu, persentase air limbah domestik di masyarakat yang telah terolah dengan baik hanya berkisar 1% dari total produksi air limbah domestik yang ada. Laporan tersebut bahkan menyebutkan bahwa sekitar 14% penduduk di Kota masih buang air besar sembarangan, kegiatan ini tentunya menjadi salah satu faktor akan timbulnya berbagai permasalahan terkait dengan kesehatan dan lingkungan di tengah pemukiman.

Masalah sanitasi yang berdampak bagi masyarakat memiliki hubungan secara langsung dengan penduduk karena kegiatan sehari-harinya menghasilkan air limbah domestik. Limbah cair domestik mengandung zat-zat yang dapat merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Limbah cair jika dibuang tanpa melalui tahap pengolahan terlebih dahulu dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, seperti sumber air baku yang diperoleh dari air tanah dan air permukaan. Oleh karenanya, air limbah harus diolah secara optimal sebelum dibuang ke sungai agar mengurangi tingkat pencemaran air dan meningkatkan kualitas air sehingga aman saat disalurkan ke lingkungan serta tidak mencemari lingkungan. Biota perairan dapat sangat terganggu jika air limbah domestik terus menerus dibuang ke lingkungan (sungai) tanpa pengolahan terlebih dahulu, bahkan biota yang ada juga bisa mati. (Sidhi dkk., 2016)

Salah satu solusi pengolahan air limbah domestik yang tersedia adalah penggunaan sistem pengolahan air limbah domestik komunal. Instalasi

pengolahan air limbah komunal (IPAL) adalah sistem pengolahan air limbah terpusat dengan adanya bangunan yang digunakan dalam pengolahan air limbah domestik secara komunal (digunakan oleh kelompok rumah tangga) untuk memastikan pembuangan yang lebih aman ke lingkungan menurut baku mutu lingkungan (Karyadi, 2010). Teknologi yang banyak digunakan untuk pengelolaan air limbah domestik perkotaan di Indonesia adalah sistem pengolahan air limbah yang terdesentralisasi berdasarkan Program Sanitasi Masyarakat (SANIMAS)

Sanitasi Masyarakat (SANIMAS) adalah program yang bertujuan untuk menyediakan infrastruktur sanitasi bagi penduduk kumuh perkotaan yang padat. Prinsip pemberdayaan masyarakat diterapkan pada pembangunan sarana sanitasi, dimana masyarakat menjadi pelaku utama dalam tahapan perencanaan, pembangunan, pemeliharaan dan pengoperasian sarana sanitasi di perkotaan pemerintah daerah. Pembangunan fasilitas limbah yang dimaksudkan untuk dapat memiliki manfaat jangka panjang, tetapi terkadang diabaikan karena sejumlah faktor termasuk kurangnya perawatan/pemeliharaan, kontinuitas masyarakat setempat.

Implementasi dan pembangunan IPAL komunal di Kota Banda Aceh dari tahun 2017 hingga Agustus 2018 memiliki 20 unit IPAL komunal yang telah dibangun, awalnya direncanakan 44 unit. Beberapa IPAL komunal yang telah dibangun dan dilaksanakan di Kota Banda Aceh berada di kawasan padat penduduk dan tergolong kawasan kumuh (Agus, 2018). Sedangkan di Gampong Surien, Kecamatan Meuraxa. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Surien merupakan IPAL komunal yang sudah berjalan hampir 3 tahun di Banda Aceh.

Dengan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait evaluasi IPAL Komunal di Gampong Surien, untuk mengetahui bagaimana kondisi eksisting dan apakah program tersebut telah memenuhi target dan berhasil dilaksanakan di masyarakat, setelah beberapa tahun berjalan, sehingga saat ini perlu dilakukan evaluasi dan mewaspadai kendala-kendala yang muncul di

masyarakat atau lapangan agar pengolahan dapat berjalan dengan lancar dan terkendali.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, pengolahan IPAL Komunal di Kota Banda Aceh belum pernah dikaji dan dievaluasi, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas air limbah setelah proses pengolahan IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana evaluasi terhadap aspek teknis, dan aspek lingkungan dalam pengelolaan IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana efisiensi pengolahan air limbah IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kualitas air limbah setelah proses pengolahan IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui kondisi terhadap aspek teknis, dan aspek lingkungan dalam pengelolaan IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh dan evaluasinya.
3. Untuk mengetahui efisiensi pengolahan air limbah IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

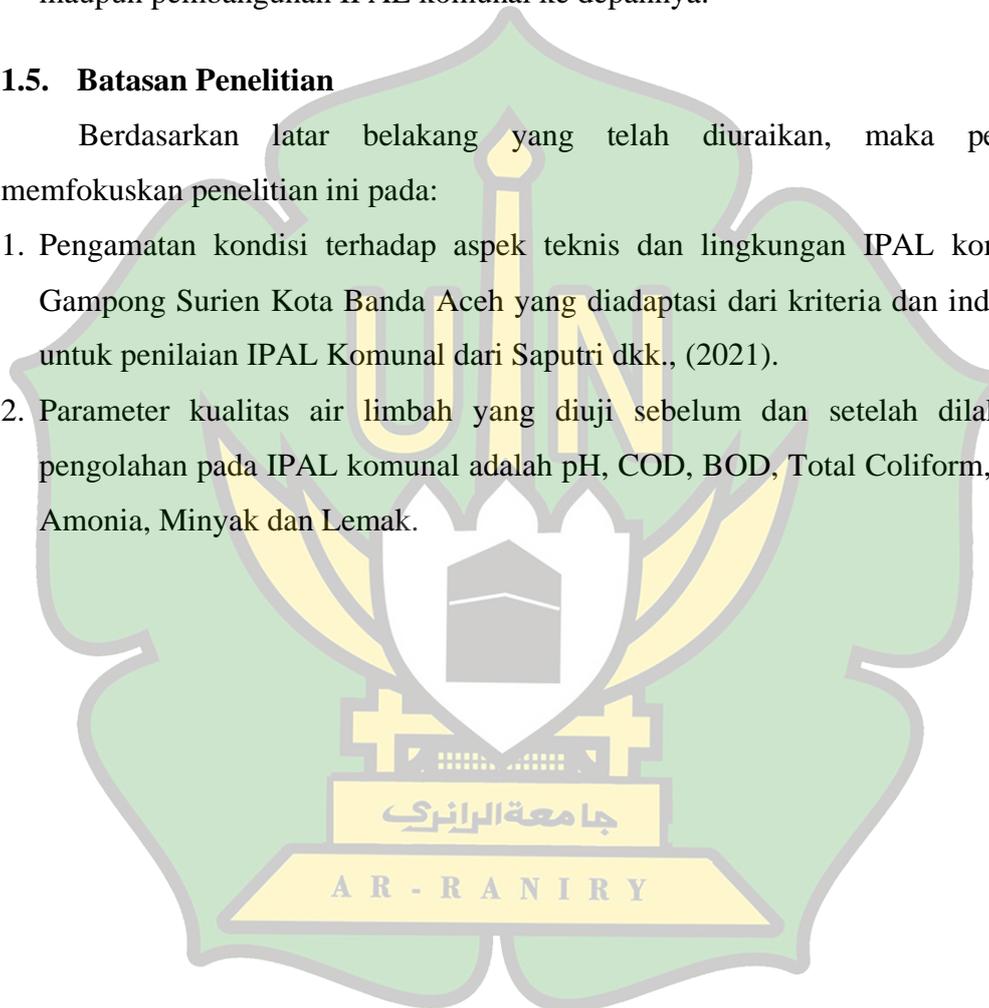
1. Mengetahui Sistem IPAL Komunal yang ditetapkan di Gampong Surien Kota Banda Aceh.
2. Memberikan informasi tentang kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh.

3. Memberikan informasi mengenai bagaimana kualitas air limbah hasil pengolahan dan data mengenai kinerja dari IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh.
4. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi lembaga-lembaga terkait dan dapat menjadi acuan ataupun pertimbangan dalam pengelolaan maupun pembangunan IPAL komunal ke depannya.

#### **1.5. Batasan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti memfokuskan penelitian ini pada:

1. Pengamatan kondisi terhadap aspek teknis dan lingkungan IPAL komunal Gampong Surien Kota Banda Aceh yang diadaptasi dari kriteria dan indikator untuk penilaian IPAL Komunal dari Saputri dkk., (2021).
2. Parameter kualitas air limbah yang diuji sebelum dan setelah dilakukan pengolahan pada IPAL komunal adalah pH, COD, BOD, Total Coliform, TSS, Amonia, Minyak dan Lemak.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Limbah Cair Domestik dan Karakteristiknya

Berdasarkan Permen Lingkungan Hidup No. 112, (2003) limbah cair domestik adalah “air limbah yang berasal dari kegiatan perumahan, restoran, perkantoran, bisnis, apartemen dan asrama”. Menurut Mubin dkk., (2016), limbah cair domestik adalah air limbah yang bersumber dari kamar mandi, jamban, dan dapur. Air limbah yang diperoleh mengandung zat mineral hingga bahan organik dengan berbagai karakteristik yaitu campuran berbagai jenis zat/mineral/bahan organik.

Menurut Sugiharto, (2008) menyatakan bahwa air limbah domestik adalah air yang telah digunakan dari kegiatan rumah tangga atau pemukiman, seperti mandi, mencuci, kegiatan kakus, hingga tempat memasak. Jumlah air limbah yang dihasilkan dan terbuang terus meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk dan segala aktivitasnya, jika jumlah air yang dibuang melebihi daya tampung alam maka lingkungan dapat rusak dan menyebabkan penurunan tingkat kesehatan manusia dan ekosistem lain yang hidup di lingkungan tersebut.

Menurut Pitoyo dkk., (2016), air limbah umumnya terdiri dari 99,9% komponen air dan 0,1% padatan. Bahan padat tersebut 70% berupa bahan organik dan 30% berupa bahan anorganik. Limbah cair dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu air limbah jamban (*black water*) dan air limbah mandi dan cuci (*grey water*). Berdasarkan Rahmi, (2012), karakter limbah cair domestik meliputi tiga (3) yaitu:

#### 1) Karakteristik Fisik

##### a) Padatan (*solid*)

Padatan terdiri dari zat anorganik dan organik yang dapat terlarut, tersuspensi atau diendapkan. Salah satu penyebab terjadinya pendangkalan di badan air penerima atau sungai adalah karena limbah cairnya banyak mengandung padatan. Kuantitas dan kualitas bahan tersuspensi akan mempengaruhi tingkat kejernihan air dan dapat menghambat penetrasi sinar matahari ke badan air. Kadar TSS (*Total*

*Suspended Solid*) untuk air dapat menunjukkan bahwa konsentrasinya lebih besar dari pestisida, nutrisi, bakteri dan logam dalam air.

b) *Kekeruhan (turbidity)*.

Kekeruhan dapat menghalangi cahaya masuk ke dalam air. Terjadinya kekeruhan disebabkan oleh banyaknya koloid, zat/bahan organik, lumpur, mikroorganisme, tanah, dan benda lain.

2) Karakteristik Kimia

a) *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Jika kandungan oksigen dalam air limbah cukup, maka mikroorganisme atau bakteri aerob bekerja lebih mudah untuk mengurai polutan/limbah cair. Dalam rencana pengembangan (desain) untuk pengolahan air limbah domestik atau air limbah industri, diperlukan tingkat konsentrasi BOD atau COD, dll. dalam limbah cair.

b) *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dapat ditentukan dengan metode kimia, perlu dilakukan analisis COD. Hasil analisis COD menunjukkan kadar senyawa organik dalam air limbah. Nilai COD dan BOD merupakan ukuran atau indikator untuk menilai tingkat pencemaran zat organik dalam limbah cair.

c) *Minyak dan Lemak*

Minyak adalah lemak cair. Komponen utama dari lemak dan minyak adalah hidrogen dan karbon yang tidak larut dalam air. Adapun sifatnya yang relatif lebih stabil, sehingga bakteri sukar untuk berkembang biak selama proses dekomposisi.

d) *pH (Derajat Keasaman)*

Konsentrasi pH yang tinggi memiliki sifat asam dan konsentrasi pH yang rendah berarti bersifat basa. Kenetralan pH berada pada 7.

e) *Amonia*

Sumber amonia diperoleh dari dekomposisi bahan organik. Secara alamiah amonia diubah menjadi nitrat melalui penguraian oleh

mikroorganisme (bakteri) dalam kondisi anaerobik. Amonia merupakan indikator jika terjadi pencemaran di badan air (sungai).

Efek amoniak pada badan air adalah perubahan fisik pada badan air, seperti perubahan warna air, air berbau tidak sedap.

### 3) Karakteristik Biologi

Karakteristik biologis meliputi penentuan parameter dalam mengidentifikasi keberadaan patogen dalam air limbah. Bakteri *coliform* atau fekal koliform sebagai bakteri pengukur untuk mengidentifikasi ada tidaknya kontaminasi patogen pada limbah cair. Bakteri *fecal coliform* merupakan indikator kontaminasi, karena koloni bakteri ini secara aktif dapat berasosiasi dengan keberadaan bakteri patogen lainnya. Bakteri *coliform* adalah *Escherichia coli* (E.coli) dan *Enterobacter aerogenes*. Oleh karena itu, semakin sedikit bakteri *coliform* yang terkandung dalam badan air maka kualitas air dapat dikatakan semakin baik (Suriaman & Juwita, 2008).

## 2.2. Prinsip dan Konsep Sanitasi

### 2.2.1. Pengertian Sanitasi

Pengertian sanitasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia berasal dari istilah Sanitasi yang berarti upaya memelihara kesehatan. Menurut *World Health Organization* (WHO), sanitasi adalah upaya untuk mengendalikan faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Sanitasi merupakan upaya kesehatan manusia yang mengutamakan pemantauan berbagai faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap tingkat kesehatan manusia (Azwar, 2007).

### 2.2.2. Prinsip Sanitasi

Menurut Rahmawati dkk., (2018) sanitasi memiliki prinsip bersih secara fisik, kimia dan biologis dengan mengendalikan faktor dampak terhadap lingkungan. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dibangun secara terpadu yang digunakan sebagai reservoir dimana air limbah domestik akan diolah dan diubah menjadi air bersih (Rhomaidhi, 2008). Upaya sanitasi merupakan kegiatan

untuk mengurangi jumlah potensi penyakit di lingkungan sehingga tingkat kesehatan manusia dapat terjaga dengan sebaik-baiknya (Sidhi dkk., 2016).

### 2.2.3. Konsep Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS)

Salah satu konsep yang tepat untuk diterapkan dalam memfasilitasi pembangunan sarana sanitasi khususnya sarana pengolahan air limbah rumah tangga di kawasan perkotaan (*urban*) dan pedesaan (*peri urban*) untuk negara berkembang, misalnya Indonesia adalah konsep pengelolaan berbasis masyarakat (*Community Based Management*). Konsep ini lebih menekankan pada keterlibatan warga dalam seluruh tahapan mulai dari tahap perencanaan, pengembangan hingga pengoperasian dan pemeliharaan sehingga diharapkan akan timbul rasa memiliki dari warga terhadap fasilitas yang tersedia (Afandi dkk., 2013).

Menurut Prianto dkk., (2015) disebutkan bahwa pengelolaan IPAL Rumah Tangga Komunal ditinjau dari beberapa aspek, yaitu: kelembagaan, keuangan, teknis dan kualitas lingkungan.

#### 1. Aspek kelembagaan

##### a. Struktur kelembagaan

Struktur kelembagaan terkait dengan keberadaan Lembaga Swadaya Masyarakat/Kelompok Pengelola Instalasi Pengolahan Air Limbah domestik komunal dalam hal kepengurusan dan legalitas kelembagaan. Sekelompok pengelola IPAL komunal berperan penting dalam keberhasilan pengelolaan IPAL komunal, sehingga pengelola harus memiliki pemahaman dalam menjalankan segala sesuatu yang menjadi tugas dan tanggung jawabnya.

##### b. Operator

Operator IPAL berperan penting dalam melakukan pengelolaan IPAL yang bertujuan dalam mewujudkan keberlanjutan instalasi pengolahan limbah dari berbagai teknis.

c. Pengguna

Keberhasilan pengoperasian IPAL sangat dipengaruhi oleh pengguna, oleh karena itu semua pengguna harus memahami hak dan kewajibannya.

d. Pertemuan rutin

Pertemuan rutin memainkan peran penting sebagai media komunikasi antara kelompok pengelola, operator, dan pengguna.

e. Inovasi kelembagaan

Untuk mencapai keberlanjutan IPAL tersebut, perlu dilakukan perbaikan dan pengembangan IPAL yang dapat bermanfaat bagi masyarakat.

2. Aspek keuangan

a. Iuran Pengguna

Biaya pengguna diperlukan untuk mendorong pengoperasian dan pemeliharaan IPAL domestik komunal.

b. Laporan keuangan

Laporan keuangan merupakan bentuk keterbukaan atau transparansi dalam pengelolaan keuangan yang membuat seluruh pengurus dan pengguna menyadari hal tersebut.

c. Inovasi keuangan

Inovasi keuangan diperlukan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan pengelola dan pengguna IPAL Komunal.

3. Aspek teknis.

a. Kondisi fisik IPAL domestik komunal

Kondisi fisik Instalasi Pengolahan Air Limbah domestik komunal mendefinisikan bagaimana proses pengolahan limbah domestik yang terdapat didalamnya.

b. Kondisi sistem penyaluran/perpipaan.

Kondisi sistem distribusi/perpipaan sebagai penentu keberlangsungan distribusi dari air limbah ke Instalasi Pengolahan Air Limbah.

#### 4. Aspek kualitas lingkungan

##### a. Pengaruh terhadap lingkungan

Keberadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah ini diharapkan dapat mendukung tingkat kepedulian warga sekitar terhadap kualitas lingkungan.

##### b. Air limbah setelah proses pengolahan

Air limbah setelah proses pengolahan adalah produk buangan setelah melalui proses pengolahan atau produk akhir dari IPAL.

### 2.3. Sistem Pengolahan Air Limbah

#### 2.3.1. Sistem Sanitasi Setempat

Sistem sanitasi setempat (*on-site sanitasi*) merupakan sebuah sistem pembuangan air limbah yang tidak mengumpulkan dan mendistribusikan hasil limbah cair ke dalam suatu tempat distribusi yang akan dibawa ke suatu lokasi pengelolaan limbah cair atau air penerima, tetapi terbuang pada lokasi atau tempat tersebut (Fajarwati, 2008). Sistem dilaksanakan jika teknis lokasi memenuhi syarat dan menggunakan dana yang relatif rendah. Sistem ini terkenal karena sudah umum digunakan atau sudah sering digunakan oleh masyarakat Indonesia.

Keuntungan dari sistem ini adalah:

- a) Dana untuk pembuatannya relatif rendah.
- b) Dapat dibangun oleh semua sektor maupun perorangan.
- c) Teknologi dan sistem pembuangan relatif mudah.
- d) Pengoperasian dan pemeliharaannya menjadi tanggung jawab sendiri.

Sedangkan kelemahan dari sistem ini adalah:

- a) Biasanya tidak tersedia air limbah dari dapur, kamar mandi dan cici (binatu).
- b) Pencemaran terjadi pada badan air penerima apabila persyaratan teknis pembuatan dan pemeliharaannya tidak dilakukan berdasarkan peraturan yang ada.

#### 2.3.2. Sistem Sanitasi Terpusat

Sistem Sanitasi Terpusat (*off site sanitasi*) adalah sistem pembuangan air buangan rumah tangga (mandi, cuci dapur dan limbah kotoran) yang disalurkan

keluar dari lokasi pekarangan masing-masing rumah ke saluran pengumpul air buangan dan selanjutnya didistribusikan secara terintegrasi ke tempat pengelolaan air buangan terlebih dahulu sebelum siap untuk dibuang ke badan air penerima yang direncanakan (Fajarwati, 2008).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4, (2017) rangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik yang terintegrasi dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik merupakan bagian dari sistem Instalasi Pengelolaan Air Limbah Domestik (IPAL). Sistem IPAL Domestik Terpusat adalah sistem pengolahan yang dilakukan dengan mengalirkan secara bersamaan limbah cair domestik dari sumbernya ke subsistem pengolahan terpadu sehingga dikelola terlebih dahulu, kemudian dibuang ke badan air penerima yang direncanakan.

## 2.4. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat

### 2.4.1. Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan ialah sarana dan prasarana saluran limbah cair domestik dari sumbernya melewati pipa menuju sistem pengumpul. Infrastrukturnya mencakup pipa tinja (*black water*), pipa non tinja (*grey water*), pipa persil, bak pengikat minyak dan lemak, bak pengontrolan dan lubang inspeksi (SPALD-T, 2018).

#### a. Pipa Tinja, Pipa Non Tinja, dan Pipa Persil

Perencanaan pipa (pipa tinja, non tinja, dan persil), memiliki beberapa kriteria desain yang harus dipenuhi. Perbandingan kriteria desain untuk semua jenis pipa dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Kriteria Desain Pipa Sub-sistem Pelayanan

No	Kriteria	Pipa Tinja	Pipa Non-Tinja	Pipa Persil
1	Diameter pipa	Minimal 100 mm	Minimal 50 mm	Sama atau lebih besar dari pipa tinja. Biasanya 100 – 150 mm

2	Bahan pipa	PVC, HDPE	PVC	PVC, semen
3	Kemiringan	Minimal 2%	Minimal 2%	Minimal 2%
4	Kecepatan minimal	-	-	0,6 m/detik

Sumber : (SPALD-T, 2018).

b. Bak Kontrol

Bak kontrol merupakan salah satu sarana penunjang pada sub sistem pelayanan yang digunakan untuk mengendalikan limbah, kotoran atau benda-benda yang dapat menyebabkan pipa pengumpul limbah cair mengalami penyumbatan. Perencanaan bak kontrol memiliki kriteria desain yang harus dipenuhi, yang dapat dilihat pada Tabel 2.2. bak kontrol memiliki tutup yang terbuat dari pelat beton atau plat baja yang dapat dibuka, semua sisinya diberi dinding dengan ketinggian 10 cm di atas permukaan tanah. Dinding bak kontrol terbuat dari batu bata atau bahan sejenis (SPALD-T, 2018).

**Tabel 2.2. Kriteria Desain Bak Kontrol**

No	Kriteria	Keterangan
1	Luas permukaan bak	50 x 50 cm (bagian dalam), dengan penutup plat beton yang bisa terbuka
2	Kedalaman bak	40 – 60 cm, sesuai pada keperluan kemiringan pipa persil yang masuk

Sumber : (SPALD-T, 2018).

#### 2.4.2. Sistem Pengumpulan

Sistem pengumpulan air limbah domestik merujuk pada Panduan Perencanaan Teknik Terinci (SPALD-T), (2018) sistem pengumpulan adalah prasarana dan sarana yang digunakan dalam proses distribusi limbah cair domestik melalui perpipaan dari sub-sistem pelayanan ke sub-sistem pengolahan yang terpusat. Secara umum prasarana dalam sistem pengumpulan terdiri dari pipa retikulasi, pipa induk, prasarana dan sarana pelengkap. Berikut penjelasan dari masing-masing sarana dan prasarana tersebut:

- a. Pipa retikulasi, yaitu terdiri dari:
  - pipa lateral, berguna sebagai saluran untuk menampung limbah cair domestik dari sistem pelayanan ke pipa servis. Pipa lateral terhubung ke pipa servis langsung melalui *manhole* terdekat.
  - pipa servis, berfungsi sebagai saluran untuk menampung air limbah domestik melalui pipa lateral ke pipa utama. Pipa dapat dipasang jika kondisi di lapangan tidak memungkinkan secara teknis untuk menghubungkan pipa lateral dengan pipa utama.
- b. Pipa induk, digunakan untuk menampung limbah cair domestik melalui pipa retikulasi dan dialirkan ke sistem pengolahan terpusat.
- c. Sarana dan prasarana pelengkap berguna dalam membantu pendistribusian limbah cair domestik dari sumber ke sistem pengolahan yang terpusat. Berikut ini adalah prasarana dan sarana pelengkapnya:
  - lubang kontrol (*manhole*)
  - bangunan penggelontor
  - terminal pembersihan (*clean out*)
  - pipa perlintasan (*siphon*), dan
  - stasiun pompa

### 2.4.3. Sistem Pengolahan Terpusat

#### a. Bak Sedimentasi

Dalam merencanakan Bak Pengendap Pertama memiliki kriteria desain yang harus terpenuhi, kriteria desain bisa dilihat dalam Tabel 2.3. (SPALD-T, 2018).

**Tabel 2.3.** Kriteria Desain Bak Pengendap (*Primary Sedimentation*)

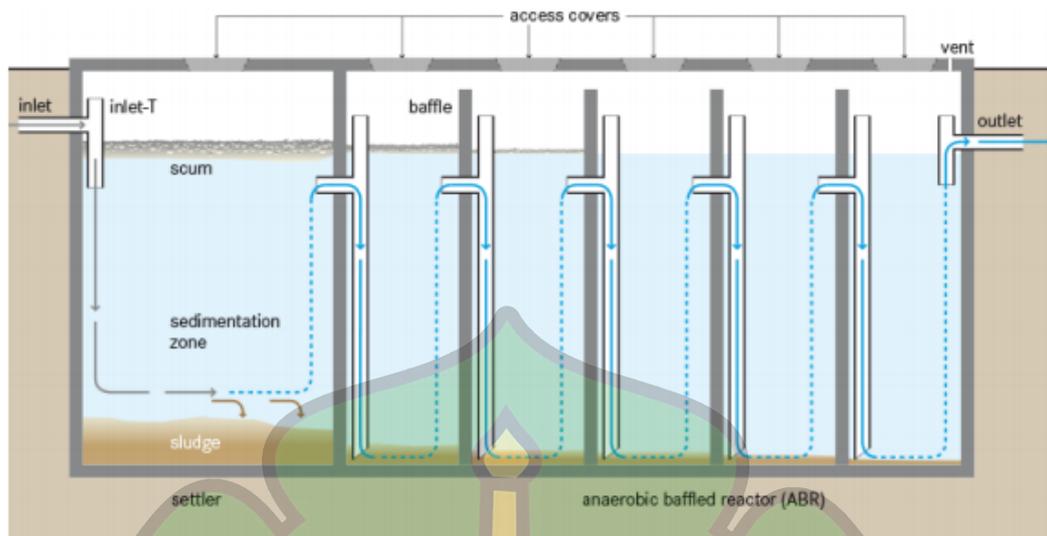
No	Parameter	Simbol	Satuan	Besaran	Sumber
1	Overflow rate Debit rata rata Debit puncak	OR	30-50 70-130	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	Qasim, 1985
2	Waktu detensi	td	1-2 1,5-2,5	Jam	Qasim, 1985 Metcalf & Eddy,

					1991
3	Beban permukaan ( <i>Weir Loading</i> )		124-496	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	Metcalf & Eddy, 1991
<b>Dimensi</b>					
4	Bentuk kotak ( <i>rectangular</i> )				Qasim, 1985
	Panjang	p	10-100	m	
	Lebar	l	6-24	m	
	Kedalaman	h	2,5-5	m	
	Rasio p dan l		1-7,50		
	Rasio p dan t		4-2-25		
5	Bentuk lingkaran ( <i>circular</i> )				
	Diameter	d	3-60	m	
	Kedalaman	h	3-6	m	
6	Penyisihan SS		50-70	%	Metcalf & Eddy, 1991
7	Penyisihan BOD		25-40	%	
8	Kemiringan	S	1-2	%	Qasim, 1985

Sumber : (SPALD-T, 2018).

b. *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

*Anaerobic Baffled Reactor* merupakan *septic tank* konvensional yang telah dikembangkan dan ditingkatkan dengan serangkaian *baffle*. ABR terdiri dari kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal atau disebut dengan *baffle reaktor*. *Baffle* berfungsi sebagai pengarah untuk *upflow* air, dengan cara mengkondisikan air limbah mengalir naik turun dari inlet menuju *outlet*, sehingga terjadi kontak antara limbah cair dengan biomassa aktif. Air limbah yang mengalir melewati *baffle* memiliki ruang aliran turun lebih sempit dari ruang aliran naik, kecepatan *upflow* air limbah yang seperti ini membuat durasi waktu kontak lebih lama antara biomassa *anaerobik* dengan limbah cair sehingga dapat meningkatkan kinerja pengolahan, dimana semua unit dapat menghasilkan gas. Konfigurasi *Anaerobic Baffled Reactor* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** *Anaerobic Baffled Reactor*

Sumber : (SPALD-T, 2018)

Teknologi pengolahan ini didesain dengan menggunakan beberapa *baffle vertikal* untuk mengarahkan air limbah keatas melalui lumpur aktif. ABR memiliki tiga wilayah kerja: pengasaman, fermentasi dan *buffering*. Zona pengasaman (*acidification*) terjadi pada bagian pertama dimana nilai pH menurun karena terbentuknya asam lemak volatil kemudian naik kembali karena peningkatan kapasitas buffer. Area buffer digunakan untuk operasi proses yang benar. Gas metana diproduksi di zona fermentasi. Semakin tinggi beban organik, semakin besar efisiensi pemrosesan.

Berikut adalah kriteria desain unit pengolahan ABR bisa dilihat dalam Tabel 2.4 (SPALD-T, 2018).

**Tabel 2.4.** Kriteria Desain *Anaerobic Baffled Reactor*

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
Debit desain	m <sup>3</sup> /hari	2 – 200	sswm
Waktu retensi hidrolis	Jam	48 – 72	sswm
Kecepatan <i>upflow</i>	m/jam	< 0,6	sswm
Jumlah kompartemen	Buah	3 – 6	sswm
Kebutuhan lahan	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	1	Borda, 1998
Beban organik	Kg/COD/m <sup>3</sup> .hari	< 3	Borda, 1998

Sumber : (SPALD-T, 2018)

ABR sangat bagus untuk digunakan di lingkungan kecil. Ini dapat dirancang secara efektif untuk aliran air limbah hingga 1000 orang per hari (200.000 liter/hari). Pemasangan ABR tidak dapat dilakukan di daerah dengan muka air tanah yang tinggi. Infiltrasi dapat terjadi karena dapat mempengaruhi efektifitas pengolahan dan menyebabkan pencemaran air tanah. Di sisi lain, truk kotoran harus bisa masuk ke lokasi untuk tujuan pemeliharaan. Pada Tabel 2.5. menunjukkan keuntungan dan kerugian menggunakan sistem *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR).

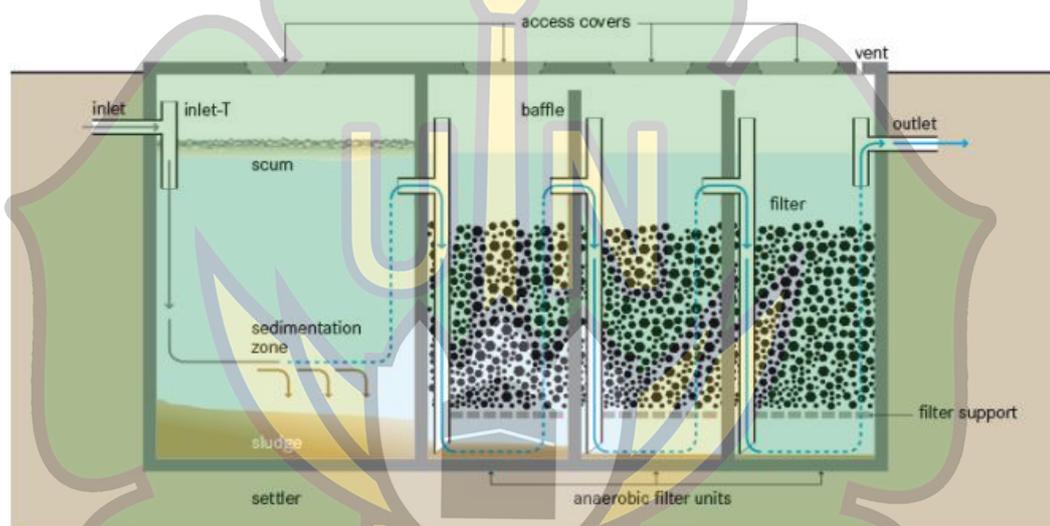
**Tabel 2.5. Kelebihan dan Kekurangan ABR**

Kelebihan ABR	Kekurangan ABR
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efisiensi pengolahannya besar</li> <li>▪ Lahan yang diperlukan kecil sebab bangunan berada dibawah tanah</li> <li>▪ Dana pembangunannya sedikit</li> <li>▪ Dana operasional dan perawatannya kecil dan sederhana</li> <li>▪ Tahan dengan beban kejutan hidrolis dan zat organik.</li> <li>▪ Tidak membutuhkan daya listrik.</li> <li>▪ Grey Water (buangan air mandi dan cuci) bisa diolah dengan bersama-sama.</li> <li>▪ Bisa dibangun dan diperbaiki memakai material lokal.</li> <li>▪ Penduduk bisa berkontribusi pada konstruksinya.</li> <li>▪ Pelayanannya berusia panjang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dibutuhkan tenaga ahli dalam membuat rancangan dan pengawasan pembangunan.</li> <li>▪ Tukang ahli dibutuhkan dalam pengerjaan plester kualitas tinggi</li> <li>▪ Membutuhkan penghasil air/sumber air yang tetap.</li> <li>▪ Air limbah setelah proses pengolahan membutuhkan pengolahan sekunder atau dibuang ke lokasi yang tepat.</li> <li>▪ Zat patogen turun sedikit.</li> <li>▪ Pengolahan primer/awal dibutuhkan agar mencegah terjadinya penyumbatan</li> </ul>

Sumber : (SPALD-T, 2018)

c. *Anaerobic Filter (AF)*

*Filter anaerobik* adalah reaktor *biologis fixed-bed*. Sebagian besar digunakan untuk pengolahan sekunder skala rumah tangga, AF memiliki media tempat bakteri dapat menempel, sehingga proses suspensi TSS yang terkandung dalam air *black water* dan air *grey water* membuat biofilm. Oleh karena itu, mungkin untuk meminimalkan pencemaran lingkungan dengan memulihkan biogas dari air limbah yang dihasilkan. Filter kolam anaerobik dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2.** Anaerobic Filter

Sumber : (SPALD-T, 2018)

Media yang biasa digunakan adalah batu, *ring raschig* plastik, *ring flexi*, bola plastik, media *cross flow* dan tubular, kayu, bambu atau sebagainya sebagai tempat bakteri menempel. Media umumnya diatur secara acak menggunakan tiga mode operasi: *upflow*, *downflow*, dan *fluidized bed*.

Filter anaerobik adalah sebuah tangki septik berisi satu atau lebih kompartemen yang dipasang filter. Filter anaerobik ini sebuah metode yang pada dasarnya merupakan kombinasi perlakuan fisik dan biologis. Filter anaerobik dalamnya dilengkapi dengan ruang kedap air yang berisi beberapa lapisan media, yang berfungsi sebagai tempat bakteri untuk mengurai padatan yang terkandung dalam air limbah. Filter anaerobik sangat cocok untuk pengolahan limbah cair

dengan kadar padatan tersuspensi yang rendah, misalnya pada skala rumah tangga.

Untuk dapat membentuk biofilm yang diperlukan untuk pengolahan anaerobik, diperlukan inkubator pada awal proses pengolahan, antara lain *septic tank* dan *reaktor baffle anaerobik*. Bibit dapat diproduksi dengan menyemprotkan lumpur aktif (seperti di *septic tank*) ke media filter terlebih dahulu yang kemudian memulai proses berkelanjutan. Selain itu, ketika efektivitas anaerobik filter menurun, filter perlu dibersihkan dengan membilas kembali air limbah atau melepas blok filter untuk pembersihan di luar reaktor. Sedangkan untuk *septic tank*, pembersihan atau penyedotan untuk ruang pengolahan utama perlu dilakukan secara berkala. Menyedot debu dan membersihkan media filter dapat berbahaya bagi kesehatan manusia karena membran anaerob mengeluarkan biogas, jadi tindakan pencegahan keamanan yang tepat harus dilakukan.

Filter anaerobik terdiri dari lapisan media batu/perekat dengan ukuran besar di bagian bawah dan lapisan sedang yang berukuran kecil di bagian atas. Namun, di sebagian besar reaktor dengan media perekat plastik, ukuran media serupa di seluruh volume.

Sebelum masuk ke dalam reaktor, air limbah melalui pengolahan awal seperti menghilangkan padatan tersuspensi (SS), sehingga nantinya hanya padatan terlarut yang dapat dikelola di dalam reaktor dengan filter anaerobik. Hal ini bertujuan untuk mencegah terbentuknya sumbatan pada sela-sela media filter. Proses *Start Up* harus dilakukan sebelum operasi, proses ini merupakan proses inokulasi (introduksi bakteri ke dalam reaktor) untuk mendapatkan jumlah mikroorganisme yang seimbang dan mencukupi yang dapat menempel pada media buffer. Filter Anaerobik dapat dibuat dari beton atau *Glass Reinforced Fiber* (GRF).

Beberapa faktor yang mempengaruhi rancangan serta kinerja reaktor filter anaerobik, antaranya:

- a) Faktor fisik (desain reaktor, jenis feeding, jenis material lekat, dan penempatan reaktor)

- a) Faktor performa (karakteristik air limbah/buangan, suhu, pH, luas area spesifik, *organic loading rate*, dan biomassa)
- b) Faktor hidrolis (waktu retensi hidrolis, *mixing*, resirkulasi air limbah setelah proses pengolahan)

Adapun kriteria desain *anaerobic biofilter* bisa dilihat dalam Tabel 2.6 berikut ini.

**Tabel 2.6.** Kriteria Desain *Anaerobic Filter*

No	Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
1	<i>Organic loading</i>	4-5	kg COD/m <sup>3</sup> .hari	Bimbingan Teknis Bidang PLP Sektor Air Limbah- Perencanaan Teknis Rinci SPALD, PU
2	Ukuran media padat	2-6	cm	
3	Porositas rongga dalam media	70-95	%	
4	Luas permukaan media filter	90-300	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	
5	Kedalaman media filter	90-150	cm	
6	Waktu tinggal hidrolis dalam filter	0,5-4	hari	
7	Beban organik	0,2-15	kg COD/m <sup>3</sup> .hari	
8	Efisiensi penyisihan BOD	70-90	%	
9	Tinggi air di atas media	20	cm	
10	Jarak plat penyangga media dengan dasar bak UAF	50-60	cm	
11	Plat penyangga media memiliki diameter lubang atau bukaan lebih kecil dari media UAF, jarak antar pelat maksimum	10	cm	

Sumber : (SPALD-T, 2018)

Kelebihan dan kekurangan reaktor tipe filter anaerobik dapat dilihat pada Tabel 2.7. berikut:

**Tabel 2.7.** Kelebihan dan Kekurangan *Anaerobic Filter*

<b>Kelebihan Anaerobic Filter</b>	<b>Kekurangan Anaerobic Filter</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tahan dengan <i>shock loading</i> (organik ataupun hidrolis)</li> <li>▪ Lumpur terproduksi sedikit</li> <li>▪ Energi listrik yang diperlukan relatif sedikit (sebab tidak adanya pengadukan)</li> <li>▪ Tidak ada permasalahan pada bau ataupun lalat</li> <li>▪ Cocok untuk implementasi onsite dengan memakai material yang tersedia (batuan, kerikil, arang)</li> <li>▪ Bisa dibangun dengan struktur tower, cocok dalam tempat yang luas lahannya kecil</li> <li>▪ Menyisihkan padatan terlarut secara efektif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Harga <i>packing</i> material yang berbahan plastik mahal sebab media perekat alami (batuan) lebih gampang tersumbat</li> <li>▪ Dana dibutuhkan banyak dalam mengatasi sumbatan pada media penyangga</li> <li>▪ Hanya sesuai bagi limbah yang berkonsentrasi solid kecil</li> <li>▪ Pathogen dan nutrient tersisih sedikit</li> <li>▪ Membutuhkan feeding air limbah yang tetap</li> <li>▪ Butuh start up yang relatif lama</li> </ul>

Sumber : (SPALD-T, 2018)

## 2.5. Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik

Tabel 2.8. menunjukkan Baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 68, (2016)

**Tabel 2.8.** Baku Mutu Air Limbah Domestik

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar Maksimum</b>
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5

Amonia	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000

Sumber: (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 68, 2016)



## 2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu terkait evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal dapat dilihat pada Tabel 2.9.

**Tabel 2.9.** Penelitian Terdahulu Terkait Evaluasi IPAL Komunal

No	Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metode	Parameter Pengujian	Hasil
1	(Wijayaningrat, 2018)	Evaluasi Kinerja IPAL Komunal di Kecamatan Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisik Kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contoh uji Sampling (SNI 6989.59,2008). Diambil dalam Inlet dan Outlet, menggunakan metode <i>composite sample</i></li> <li>- Analisis Penyisihan Parameter</li> </ul>	pH (pH meter), BOD (Titrasi Iodometri-Winkler), COD (Spektrofotometri-Refluks Tertutup), TSS (Gravimetri), Minyak dan Lemak (Gravimetri), Amonia (Spektrofotometer-Fenat)	Efektivitas IPAL Komunal yaitu : Dokaran 41%, Grojongan 59%, Pamotan Lor 43%, Nglebeng 60%, Manding Serut 33%, Babadan I 39%, Babadan II 32%, Babadab III 32%, Sukunan 42%
2	(Susanthi dkk., 2018)	Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor	- Sampel air limbah setelah proses pengolahan secara ( <i>grab sampling</i> ). Metode mengawetkan dan menyimpan sampel air limbah setelah proses pengolahan berdasarkan dengan SNI 6989.57:2008.	TSS, COD, Minyak dan Lemak, Amonia, dan Total Coliform	-Konsentrasi Parameter TSS yaitu : IPAL KSM Amanah 18 mg/l, 28 mg/l. KSM Rosella 27 mg/l, 12 mg/l. KSM Cipendek 32 mg/l, 35 mg/l (melebihi baku

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengambil sampel dua kali di waktu yang bersamaan dan hari yang beda (air limbah setelah proses pengolahan)</li> <li>- Lokasi IPAL komunal dipilih yang sudah beroperasi selama 5 tahun atau lebih.</li> </ul>		<p>mutu)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Parameter pH yaitu : KSM Amanah 7, KSM Rosella 5.8, KSM Cipendek 6.7</li> <li>-Parameter COD yaitu : KSM Amanah 80 mg/l, 84 mg/l. KSM Rosella 140 mg/l, 110 mg/l. KSM Cipendek 105 mg/l, 100 mg/l</li> <li>-Parameter BOD : KSM Amanah 38 mg/l, KSM Rosella 45.3 mg/l, KSM Cipendek 39.4 mg/l</li> <li>-Parameter Amonia : KSM Amanah 7,9 mg/l, 9 mg/l. KSM Rosella 15 mg/l, 2 mg/l. KSM Cipendek 1 mg/l, 9 mg/l</li> <li>-Parameter Minyak dan Lemak : KSM Amanah 1 mg/l, 1 mg/l. KSM Rosella 3 mg/l, 2 mg/l. KSM Cipendek 1 mg/l,</li> </ul>
--	--	--	---	--	---

					1 mg/l
3	(Hafidh dkk., 2016)	Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL) Berbasis Masyarakat, Gunung Kidul, Yogyakarta.	- metode observasi langsung di lapangan/pengamatan dan wawancara. sampling kualitas air limbah IPAL Dusun Mendak.	- pH (SNI 06-6989.11-2004) - BOD (SNI M 69-1990-03) - COD (SNI 6986.2-2009) - TSS (SNI 06-6989.3-2004) - Kekeruhan (SNI 06-6989.25-2005)	- Hasil analisis air limbah setelah proses pengolahan IPAL yaitu : Ph 7.59, BOD 80.61 mg/l, COD 121.85 mg/l, TSS 132 mg/l, Kekeruhan 11.4 NTU
4	(Selintung dkk., 2015)	Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Rappocini Kota Makassar	- Metode perbandingan outlet dan inlet untuk menghitung nilai efisien IPAL. Lalu bandingkan hasil pengujian laboratorium air limbah setelah proses pengolahan dengan PERMEN No. 112 Tahun 2003 dan Baku Mutu PERGUB SULSEL No. 69 Tahun 2010 supaya terdeteksi apakah air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal masih sesuai dengan baku mutu atau tidak, dan respon masyarakat pengguna IPAL komunal (Wawancara).	BOD, COD, TSS, pH, Minyak dan Lemak.	- Hasil uji sampel IPAL Komunal Kelurahan Karunrung pada outlet yaitu : TSS 56 mg/l, BOD 54.30 mg/l, COD 135.60 mg/l, minyak dan lemak >0.1mg/l, pH 7.11 - Hasil Uji Sampel IPAL Komunal Kelurahan Tidung pada outlet : TSS 300 mg/l, BOD 24.10 mg/l, COD 60.03 mg/l, minyak dan lemak <0.1, pH 7.2
5	(E. Pitoyo dkk., 2017)	Evaluasi IPAL Komunal Pada	- kuesioner. - Sampel air limbah pada influen	COD, BOD, TSS, NO <sub>3</sub> , dan PO <sub>4</sub> .	- Efisiensi penyisihan yaitu : COD 71.43%,

		<p>Kelurahan Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang</p>	<p>dan air limbah setelah proses pengolahan IPAL Komunal, Pengukuran debit air limbah eksisting</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tahapan Pengolahan dan Analisis Data</li> <li>a. Aspek Teknis Membanding desain kriteria (OLR dan HRT), melakukan perhitungan OLR dan HRT. Melakukan perhitungan efisiensi penyisihan. Melakukan perhitungan rasio BOD/COD.</li> <li>b. Aspek Lingkungan Evaluasi efek yang timbul jika hasil tidak sesuai baku mutu yang disyaratkan yakni Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013</li> </ul>		<p>BOD 71.88%, TSS 84.71%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbandingan rencana : eksisting</li> <li>a. <math>Q \text{ (m}^3\text{/hari)} = 42.33 : 45.79</math></li> <li>b. <math>\text{BOD (kg/m}^3\text{)} = 0.35 : 0.12</math></li> <li>c. <math>\text{Vol (m}^3\text{)} = 18.96 : 18.96</math></li> <li>d. <math>\text{OLR (kg BOD/ m}^3\text{hari)} = 0.85 : 0.29</math></li> <li>e. <math>\text{HRT (jam)} = 9.84 : 10.80</math></li> </ul>
6	(Pratiwi & Marsono, 2012)	<p>Evaluasi Program Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS) 2008-2009 di Kabupaten Jember.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuesioner dengan Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) dan 5 responden pengguna, pengambilan gambar, dan penelitian di laboratorium.</li> <li>- Evaluasi aspek teknis, aspek pemanfaatan, aspek keuangan, dan aspek pengelolaan. Semua</li> </ul>	BOD, TSS, E.coli	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rekapitulasi Kategori Penilaian SANIMAS Kabupaten Jember 2008-2009 ialah :</li> <li>a. Tempurejo 1.71 (buruk)</li> <li>b. Silo 1.00 (sangat buruk)</li> </ul>

			<p>aspeknya berisikan beberapa indikator dan semua indikatornya mempunyai bobot nilai. Seluruh indikator mempunyai penilaian yang diakui dengan angka nilai 1-5.</p>		<p>c. Sukowono 1.38 (buruk)  d. Tanggul 2.38 (cukup)  e. Rambipuji 4.08 (sangat baik)  f. Jenggawah 1.90 (buruk)  g. Ambulu-karanganyar 2.46 (cukup)  h. Ambulu-tegalsari 1.96 (cukup)</p>
7	(Sihombing, 2019)	<p>Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis Masyarakat Pada Kelurahan Kisaran Naga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghitung debit limbah cair dan pengujian sampel inlet dan outlet IPAL</li> <li>- Menghitung nilai efisiensinya.</li> <li>- Membandingkan pengujian air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal dengan Permen LH Nomor P.68/ Menlhk-Setjen/ 2016. Kemudian merancang ulang bangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) bila kapasitasnya tidak sesuai.</li> </ul>	<p>TSS, pH, BOD, COD, Minyak dan Lemak</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debit Air Limbah sebesar 7.2 m<sup>3</sup>/hari</li> <li>- Hasil Uji sampel outlet didapatkan TSS sebesar 8 mg/l, pH 7.2, COD 12.2 mg/l, BOD 39.4 mg/l, Minyak dan Lemak 3.5 mg/l.</li> <li>- Nilai efisiensi IPAL yaitu 80% hanya saja parameter BOD belum memenuhi baku mutu</li> </ul>

8	(Hamid Aly dkk., 2015)	Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IPAL Komunal yang akan dievaluasi yang telah berjalan setidaknya 2 tahun.</li> <li>- Pengujian sampel inlet dan outlet dari IPAL komunal, serta meninjau langsung (observasi), mewawancarai petugas yang berhubungan terhadap pembangunan dan pemeliharaan IPAL</li> <li>- Menilai tingkat efisien, lalu membanding hasil pengujian laboratorium air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal terhadap PERMEN No. 112 Tahun 2003 dan Baku Mutu PERGUB SULSEL No. 69 Tahun 2010.</li> </ul>	BOD, COD, TSS, minyak dan lemak dan pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasil Uji Sampel IPAL Komunal Kelurahan Wala walaya pada outlet adalah : TSS 84 mg/l, BOD 34.10mg/l, COD 85.12mg/l, minyak dan lemak &lt;0.1mg/l, pH 7.35</li> <li>- Hasil Uji Sampel IPAL Komunal Kelurahan Rappokalling pada outlet adalah : TSS 326 mg/l, BOD 42.60mg/l, COD 106.4 mg/l, minyak dan lemak &lt;0.1mg/l, pH 7.1</li> </ul>
9	(Saputri dkk., 2021)	Evaluasi Aspek Teknis dan Lingkungan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di Kabupaten Sleman Yogyakarta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode kuantitatif melakukan observasi kondisi eksisting IPAL komunal di Kabupaten Sleman. Deskripsi naratif dilakukan sesuai nilai yang diperoleh dari masing masing IPAL Komunal yang diteliti.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- aspek lingkungan 2,94 (baik), aspek teknis 3,52 (sangat baik). Secara keseluruhan teknis-lingkungan 3,23 dan dikategorikan sebagai baik</li> </ul>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan metode campuran (*Mixed method*), yang berupa gabungan antara teknik analisis kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif merupakan hasil penelitian yang didasari dengan hipotesis yang berasal dari teori, kemudian diuji kebenarannya berdasarkan data empiris (Ranudi, 2018), data ini didapat dari pengambilan sampel limbah cair pada inlet dan outlet IPAL Komunal Gampong Surien dan pengujian sampel di laboratorium, dengan parameter pH, COD, BOD, Total Coliform, TSS, Amonia, Minyak dan Lemak. Data kualitatif merupakan hasil penelitian yang memberikan gambaran yang akurat tentang individu/kelompok tertentu dan tentang atau mengenai kondisi dan gejala yang terjadi (Ranudi, 2018), data ini diperoleh melalui wawancara dengan pengelola IPAL menggunakan daftar pertanyaan yang telah disiapkan serta melakukan observasi terhadap kondisi eksisting.

Data kualitatif dikumpulkan sebagai evaluasi IPAL Komunal, yang terdiri dari aspek teknis, dan aspek lingkungan yang diadaptasi dari kriteria dan indikator untuk penilaian IPAL Komunal (Saputri dkk., 2021). Aspek-aspek ini dinilai berdasarkan indikator dan kriterianya, setelah dinilai data dikelompokkan menjadi beberapa kategori. Hasil dari penilaian masing-masing kategori teknis dan lingkungan kemudian akan digambarkan dalam *radar-chart*. Kategori penilaian kondisi IPAL Komunal dalam penelitian ini akan dibagi menjadi 4 kategori, seperti terlihat pada Tabel 3.2 (untuk masing-masing aspek teknis, lingkungan dan gabungan kedua aspek) (Saputri dkk., 2021)

**Tabel 3.1.** Kriteria dan Indikator Aspek Teknis dan Lingkungan Penelitian IPAL Komunal

No	Kriteria	Indikator			
		1	2	3	4
<b>Aspek Teknis</b>					
1	Desain IPAL	Tidak sesuai dengan perencanaan	Sesuai dengan perencanaan namun banyak kesalahan	Sesuai dengan perencanaan namun ada sedikit kesalahan	Sangat sesuai dengan perencanaan
2	Komponen IPAL	IPAL tidak berfungsi	Alat sulit dioperasikan, komponen sering rusak	Alat mudah dioperasikan, komponen sering rusak	Alat mudah dioperasikan, komponen berfungsi dengan baik
3	Layout	Tidak sesuai dengan perencanaan dan tanpa penjelasan	Tidak sesuai dengan perencanaan namun ada penjelasan	Sesuai dengan perencanaan namun ada sedikit perbedaan	Sangat sesuai dengan perencanaan
4	Kapasitas Terpasang	Memenuhi 0-25% dari rencana	Memenuhi 26-50% dari rencana	Memenuhi 51-75% dari rencana	Memenuhi 76-100% dari rencana
5	Beban air limbah	Jumlah pengguna sangat kurang atau sangat melebihi dari kapasitas terpasang	Jumlah pengguna kurang atau melebihi dari kapasitas terpasang	Jumlah pengguna selisih sedikit dari kapasitas terpasang	Jumlah pengguna sesuai dengan kapasitas terpasang
<b>Aspek Lingkungan</b>					
1	Topografi	Lahan IPAL letaknya lebih	Ada banyak rumah yang	Ada beberapa rumah	Kemiringan lahan sekitar

	lahan	tinggi dibanding lahan pengguna	kemiringan lahannya tidak mendukung untuk tersambung ke jaringan IPAL	yang kemiringan lahannya tidak mendukung untuk tersambung ke jaringan IPAL	2% dengan letak IPAL lebih rendah dibanding letak pendistribusian air limbah pengguna
2	Badan air penerima	Lokasi buangan sangat mengganggu masyarakat karena masyarakat beraktivitas di tempat tersebut	Lokasi buangan mengganggu masyarakat	Lokasi buangan tidak mengganggu masyarakat	Lokasi buangan tidak mengganggu masyarakat dan tidak menyebabkan kerusakan ekosistem.
3	Kualitas Effluent	Air limbah setelah proses pengolahan lebih sering berbau menyengat, merusak estetika, mengganggu ekosistem di dekatnya	Kualitas air limbah setelah proses pengolahan kadang buruk pada waktu tertentu	Kualitas air limbah setelah proses pengolahan cukup baik, tidak pernah mengganggu ekosistem	Kualitas air limbah setelah proses pengolahan sangat baik, dibuktikan dengan hasil uji baku mutu
4	Letak geografis	Lokasi IPAL terlalu dekat dengan rumah warga, tidak terjangkau truk penyedot tinja	Lokasi IPAL terlalu dekat dengan rumah warga, sulit terjangkau truk penyedot tinja	Lokasi IPAL memiliki akses truk tinja, namun letak IPAL berdekatan dengan rumah warga	Lokasi IPAL memiliki akses mudah untuk truk tinja dan letak IPAL tidak terlalu berdekatan dengan rumah warga

5	Bahaya banjir	Lokasi sering banjir	Lokasi pernah banjir dan genangan air lama surut.	Lokasi pernah banjir tapi genangan air cepat surut.	Lokasi bebas banjir
6	Jenis tanah	Tanah tidak kedap air atau berpori dan mudah longsor	Tanah tidak kedap air atau berpori tetapi tidak mudah longsor	Tanah cukup kedap air	Tanah kedap air seperti lempung

Sumber : (Saputri dkk., 2021)



**Tabel 3.2.** Kategori Penilaian Kondisi IPAL Komunal

<b>Interval</b>	1	2	3	4
<b>Nilai</b>	1,00 – 1,74	1,75 – 2,47	2,50 – 3,24	3,25 – 4,00
<b>Kategori</b>	Sangat buruk	Buruk	Baik	Sangat baik

Sumber : (Saputri dkk., 2021)

### 3.1.1. Data Primer

Data primer yakni data yang didapat berdasarkan hasil pengujian sampel limbah cair di laboratorium pada inlet dan outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah, pengamatan dengan langsung/observasi, dan wawancara terhadap pihak pengelola IPAL komunal Gampong Surien.

### 3.1.2. Data Sekunder

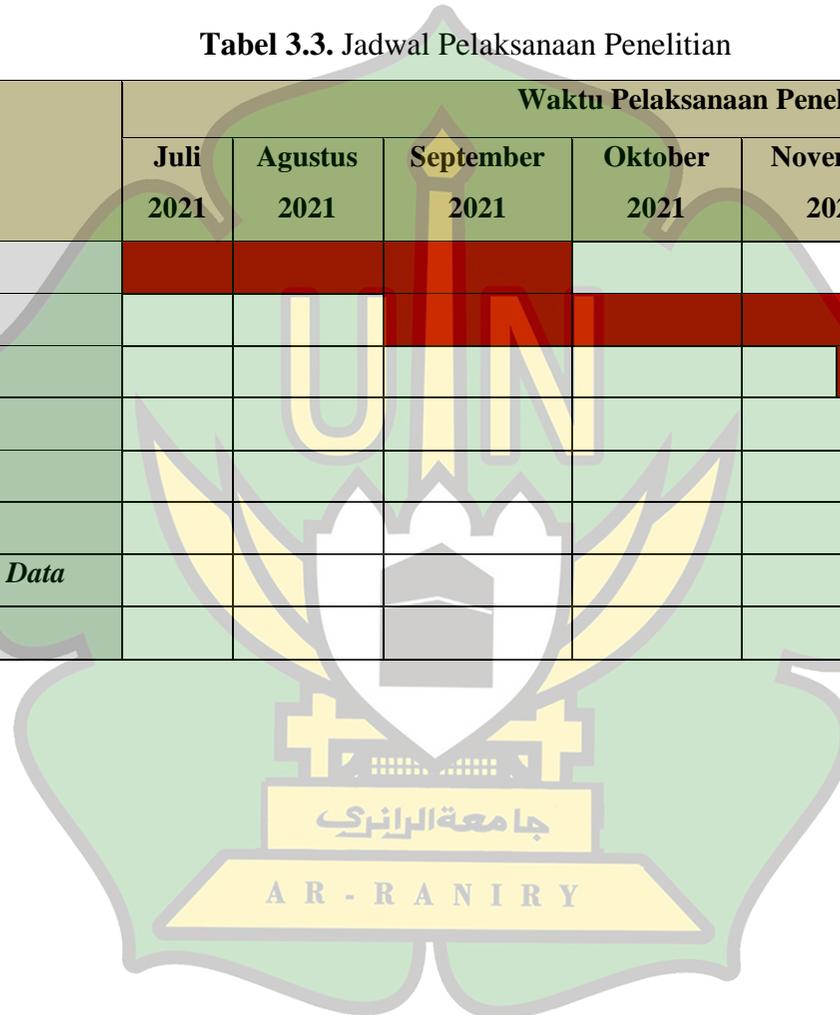
Data sekunder yakni data yang didapat dengan melakukan pencarian informasi/data dari instansi berkaitan untuk memperoleh dokumen-dokumen penelitian, seperti desain IPAL, dll. Disisi lain dalam mendukung hasil penelitian, dilaksanakan pencarian sumber/referensi pada beberapa narasumber yang berwujud studi literatur atau jurnal hasil penelitian.

## 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Januari 2022. Pengambilan sampel limbah cair dilakukan secara grab sampling sebanyak 1 (satu) kali. Masing-masing waktu yaitu pada pagi hari pukul 09.00 dan sore hari pukul 17.00 WIB. Lokasi pengambilan sampel berada di inlet dan outlet IPAL Komunal Gampong Surien, Kec. Meuraxa, Banda Aceh. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Terpadu. Untuk keperluan pengujian kualitas air limbah, sampel air limbah diambil di inlet dan outlet IPAL komunal saja, titik pengambilan sampel menurut (SNI 6989.59:2008) tentang Tata Cara Pengambilan Sampel Air Limbah. Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.3. dan Lokasi IPAL Komunal Gampong Surien dengan koordinat (N = 5.322176 dan Y = 95.173827) dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Tabel 3.3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan Penelitian						
		Juli 2021	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Desember 2021	Januari 2022
1	<i>Tahap Persiapan</i>							
2	<i>Pengumpulan Data</i>							
3	<i>Observasi Eksisting</i>							
4	<i>Pengambilan Sampel</i>							
5	<i>Pengujian Air Limbah</i>							
6	<i>Wawancara Pengelola</i>							
7	<i>Pengolahan dan Analisis Data</i>							
8	<i>Tahap Pelaporan Hasil</i>							





**Gambar 3.1.** Lokasi IPAL Komunal Gampong Surien.

### 3.3. Tahapan Penelitian

#### 3.3.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan identifikasi persoalan/permasalahan
- 2) Menyiapkan administrasi perizinan.
- 3) Melaksanakan observasi lapangan.
- 4) Mempersiapkan alat dan bahan penelitian, agar memudahkan proses penelitian.

#### 3.3.2 Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Surien, pengambilan sampel perlu mempersiapkan instrumen dan bahan yang akan digunakan. Tempat dari pengambilan sampel pada titik inlet (influen) dimana air limbah sebelum melewati proses pengolahan dan outlet (air limbah setelah proses pengolahan) dimana air limbah yang telah melewati proses pengolahan dan mengalir menuju

badan air penerima. kemudian sampel diambil untuk dilakukan pengujian parameter air limbah di laboratorium. Sampel limbah cair diambil menurut metode *grab sample* (sesaat), berarti limbah cair diambil sesaat dalam waktu yang ditentukan (SNI 6989.59:2008). Sampel diambil dengan memperhatikan waktu detensi/retensinya sebab debit dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah komunal fluktuasi atau tidak menentu/terduga. Waktu detensi/retensi Instalasi Pengolahan Air Limbah komunal yang memakai sistem biofilter aerobik dan anaerobik maupun kombinasi dari kedua sistem tersebut yaitu 6 hingga 8 jam (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, 2017).

Oleh karena itu, pengambilan sampling dibagi menjadi 2 (dua) waktu yaitu pada pagi hari jam (09.00) untuk pengambilan di titik inlet dan sore hari jam (17.00) untuk pengambilan di titik *outlet*. Parameter yang ditinjau pada penelitian ini adalah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68, (2016) tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, meliputi pH, COD, dan TSS diuji di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar Raniry, adapun BOD, Total coliform, Amoniak, Minyak dan Lemak diuji di Laboratorium Instrumentasi dan Penelitian MIPA Unsyiah.

### **3.3.3. Tahap Uji Parameter**

Sampel *Influen* dan Air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal yang diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian parameter air limbah, tahapan pemeriksaannya dapat dilihat pada Lampiran F.

### **3.3.4. Perhitungan Beban Air Limbah Rencana dan Eksisting**

Perhitungan beban atau debit air limbah menggunakan asumsi tingkat penggunaan air bersih untuk rumah tinggal 120 liter/penghuni/hari yang bersumber dari (SNI 03-7065-2005) karena tipe bangunan yang terhubung dengan IPAL Komunal Gampong Surien adalah perumahan/rumah tinggal. Jumlah air bersih yang akan menjadi air limbah diperkirakan mencapai 70% - 80% (Buku

SPALDT, 2018). Oleh karena itu, asumsi untuk menghitung debit air limbah didasarkan pada persamaan berikut:

Q air bersih	=	Kebutuhan air bersih per orang x Jumlah penduduk
Q air limbah	=	(70% - 80%) x Q air bersih
Jumlah penduduk	=	(SR x asumsi 4 orang/SR) jiwa
Volume	=	Panjang x Lebar x Tinggi
Waktu tinggal	=	Volume / Q air limbah
Jumlah limbah pada jam puncak	=	Persentase jam puncak x Total limbah cair
Total kapasitas pengolahan air limbah	=	Jumlah limbah pada jam puncak + (30% x Jumlah limbah pada jam puncak)
Volume bak yang diperlukan	=	(Waktu tinggal / 60x24) Hari x kapasitas pengolahan

### 3.3.5. Pengumpulan Data melalui Wawancara

Pengumpulan data melalui wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi tentang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Gampong Surien dengan kepala pengelola IPAL. Daftar pertanyaan wawancara disesuaikan dengan kerangka kriteria dan indikator penilaian IPAL Komunal menurut Saputri dkk., (2021). Daftar pertanyaan wawancara dapat dilihat pada Lampiran E.

### 3.3.6. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Data yang didapatkan akan dianalisis untuk membandingkan hasil uji laboratorium, *influent* dan air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal dengan baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68, (2016) untuk mengetahui apakah air limbah setelah proses pengolahan dari IPAL komunal memenuhi baku mutu atau tidak. Kemudian dilakukan uji efisiensi IPAL komunal untuk mengetahui

tingkat efisiensi penyisihan pada penguraian limbah cair dengan perhitungan sebagai berikut:

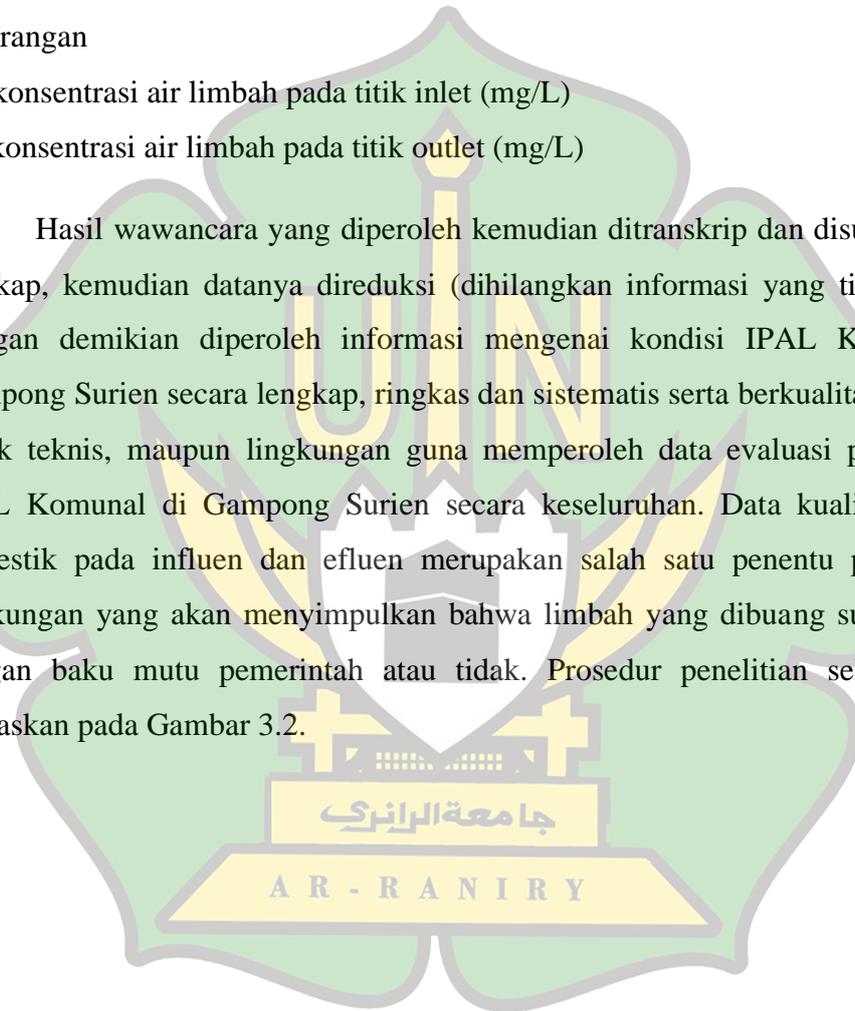
$$\text{Efisiensi Penyisihan} = \frac{a-b}{a} 100\%$$

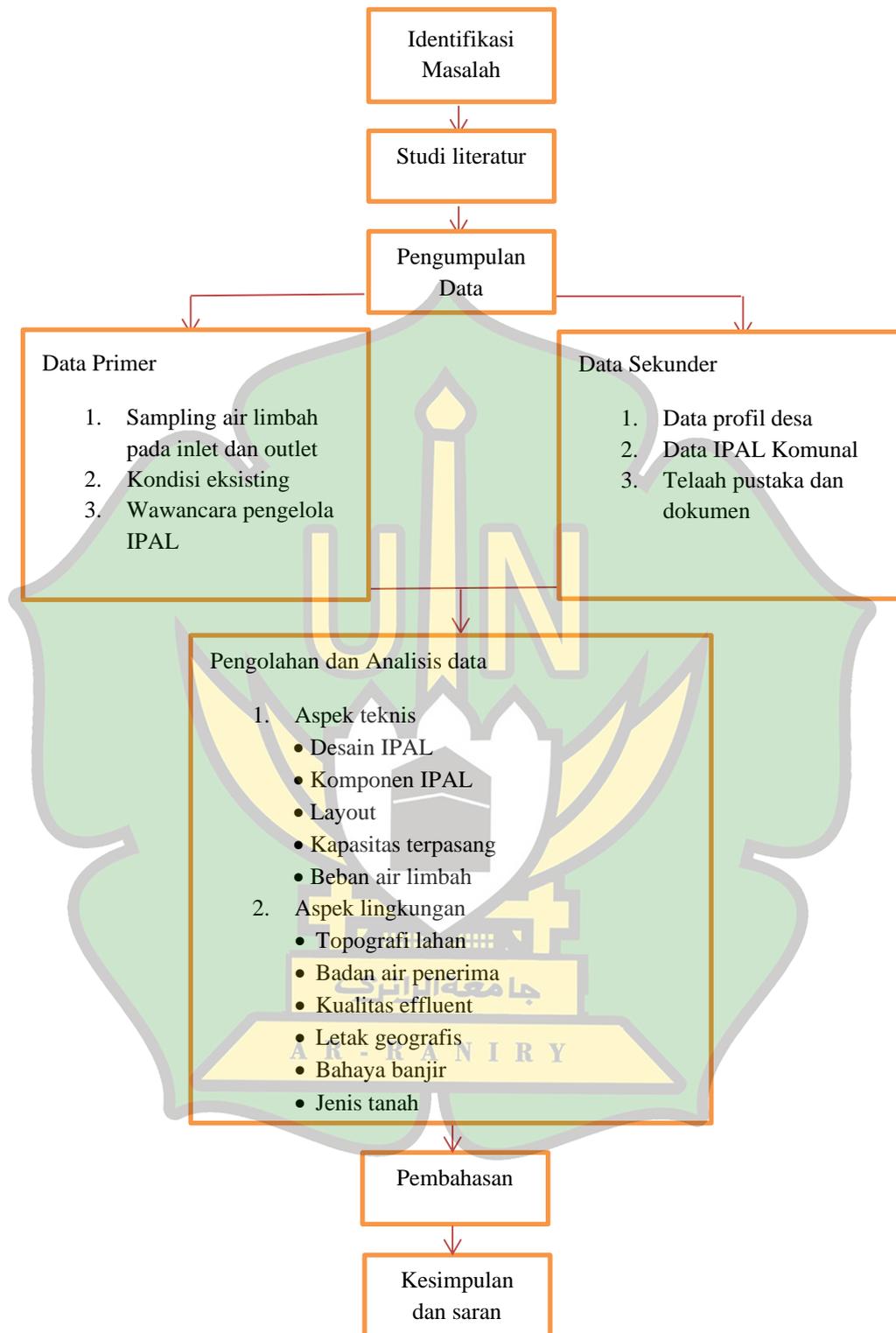
Keterangan

$a$  = konsentrasi air limbah pada titik inlet (mg/L)

$b$  = konsentrasi air limbah pada titik outlet (mg/L)

Hasil wawancara yang diperoleh kemudian ditranskrip dan disusun secara lengkap, kemudian datanya direduksi (dihilangkan informasi yang tidak perlu). Dengan demikian diperoleh informasi mengenai kondisi IPAL Komunal di Gampong Surien secara lengkap, ringkas dan sistematis serta berkualitas baik dari aspek teknis, maupun lingkungan guna memperoleh data evaluasi pengelolaan IPAL Komunal di Gampong Surien secara keseluruhan. Data kualitas limbah domestik pada influen dan efluen merupakan salah satu penentu pada aspek lingkungan yang akan menyimpulkan bahwa limbah yang dibuang sudah sesuai dengan baku mutu pemerintah atau tidak. Prosedur penelitian selengkapnya dijelaskan pada Gambar 3.2.





**Gambar 3.2.** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Gampong Surien merupakan salah satu gampong yang ada di Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh. Keberadaan IPAL Komunal yang dibangun di Dusun Glumpang, salah satu penyebabnya adalah limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas/kegiatan sehari-hari dibuang langsung ke area permukiman. Solusi dalam mengatasi permasalahan ini dilakukan pembangunan IPAL Komunal melalui kegiatan Pemerintah Program Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS-IsDB) Tahun anggaran 2018 dengan Sambungan Rumah (SR) yang direncanakan terkoneksi dengan IPAL sebanyak 29 SR dan 1 unit MCK. IPAL ini berdiri dan mulai beroperasi pada tahun 2019. Lokasi IPAL Komunal ini berada di Lr.Dayah Dusun Glumpang Gampong Surien Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh.

### 4.1. Kualitas Air limbah setelah proses pengolahan IPAL Komunal Gampong Surien

Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Surien berdasarkan kinerja aspek teknis, yaitu dengan melakukan pengujian sampel air limbah di *outlet* IPAL. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air limbah setelah melalui proses pengolahan (*Efluen*) apakah sudah memenuhi baku mutu limbah cair domestik yang ditetapkan oleh pemerintah melalui PERMEN LHK No.68, (2016). Hasil uji sampel pada *outlet* IPAL Komunal Gampong Surien dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Kualitas Air Limbah IPAL Komunal Gampong Surien

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan		Baku Mutu	Keterangan
			Influen	Efluen		
1	pH	-	6,6	6,8	6-9	memenuhi
2	BOD	mg/L	120	6,5041	30	memenuhi
3	COD	mg/L	271	123	100	belum memenuhi
4	TSS	mg/L	52	6	30	memenuhi

5	Minyak dan Lemak	mg/L	0,048	0,064	5	memenuhi
6	Amonia	mg/L	70,0855	64,1026	10	belum memenuhi
7	Total Coliform	Jumlah/100mL	>2400	>2400	3000	memenuhi

Sumber : (Hasil pemeriksaan di Laboratorium)

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui hasil uji kualitas air limbah setelah proses pengolahan pada IPAL Komunal Gampong Surien masih ada parameter yang belum memenuhi kriteria baku mutu PERMEN LHK No.68 Tahun (2016). Parameter yang belum memenuhi ialah COD dengan nilai hasil uji 123 mg/L, dan Amonia dengan nilai hasil uji 64,1026 mg/L.

## 4.2. Evaluasi Terhadap Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan

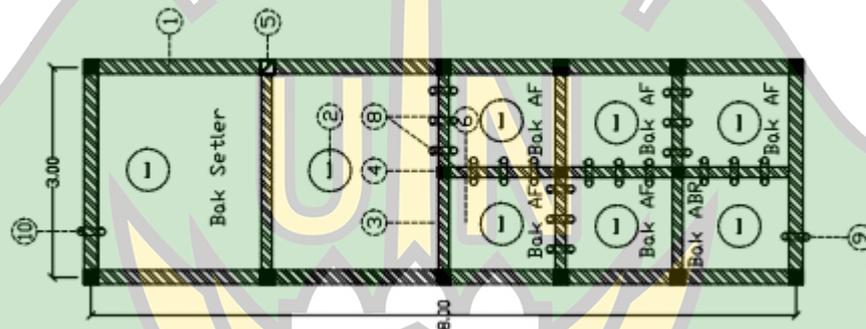
### 4.2.1 Aspek Teknis

Aspek teknis yang dinilai berdasarkan lima (5) kriteria yaitu: Desain IPAL komunal, komponen IPAL komunal, layout, kapasitas terpasang, dan beban air limbah.

#### 4.2.1.1. Desain IPAL Komunal

Desain yang digunakan pada pembangunan IPAL komunal di Gampong Surien menggunakan sistem pengolahan bak pengendapan (*settler*), bak *Anaerobic Filter* (AF), dan bak *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR). Sistem ini sesuai dengan yang dilaporkan (Hastuti dkk., 2017) bahwa IPAL komunal yang dibangun oleh program pemerintah sebagian besar menerapkan teknologi *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Filter Reactor*. Tempat tumbuh bakteri (AF) yang digunakan adalah media kemasan air botol kaca, jenis media yang diterapkan disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku pada lokasi pembangunan IPAL. Dimensi ukuran bangunan IPAL Komunal Gampong Surien disesuaikan dengan perencanaan jumlah pengguna supaya daya tampung dan kapasitas IPAL sesuai dan kinerja IPAL menjadi efektif.

Berdasarkan wawancara dengan ketua pengelola IPAL Komunal Gampong Surien, Desain IPAL komunal yang dibangun didampingi oleh Tenaga Fasilitator Lapangan (TFL) yang ditunjuk oleh pemerintah untuk membantu masyarakat dalam membuat *Detailed Engineering Design (DED)* IPAL komunal Gampong Surien sehingga kecil kemungkinan IPAL yang terbangun menyimpang dari desainnya, maka kriteria desain IPAL mendapatkan nilai empat (4) dengan indikator “*sangat sesuai dengan perencanaan*”. Gambar 4.1 memperlihatkan DED IPAL komunal Gampong Surien dan Gambar 4.2 memperlihatkan kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Surien yang terbangun.



**Gambar 4.1.** *Detailed Engineering Design (DED)* IPAL Komunal

Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)



**Gambar 4.2.** Kondisi Eksisting IPAL Komunal

Sumber : (Dokumentasi peneliti)

Berikut merupakan Tabel 4.2 perbandingan kesesuaian antara ukuran dimensi DED/Rencana dengan kondisi eksisting

**Tabel 4.2.** Kesesuaian Dimensi DED dan Eksisting

Nama Unit	Panjang (m)		Lebar (m)		Ket
	DED	Eksisting	DED	Eksisting	
Bak Setler (2 sekat)	4.0	4.0	3.0	3.0	Sesuai
Bak AF (4 sekat)	3.0	3.0	3.0	3.0	Sesuai
Bak AF (1 sekat)	1.0	1.0	3.0	3.0	Sesuai
Bak ABR (1 sekat)	1.0	1.0	3.0	3.0	Sesuai
<b>Dimensi keseluruhan DED</b>	<b>8.0</b>	<b>8.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	Sesuai
<b>Dimensi keseluruhan eksisting</b>	<b>8.0</b>	<b>8.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	Sesuai

Sumber : (Hasil analisa data)

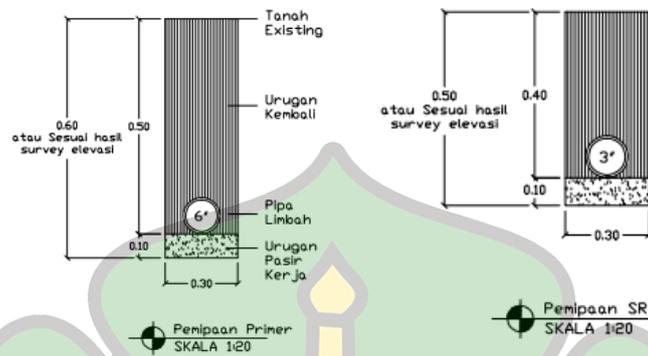
#### 4.2.1.2. Komponen IPAL Komunal

IPAL komunal di Gampong Surien mempunyai komponen yang terdiri dari: jaringan pemipaan primer, pemipaan sambungan rumah (SR), bak kontrol primer, bak kontrol *grease trap*, bak kontrol *black water* (WC), unit MCK, dan bangunan utama IPAL Komunal.

Pemipaan primer digunakan untuk mendistribusikan air limbah dari pemanfaat ke bangunan utama IPAL komunal, dapat dilihat pada Gambar 4.3 (DED pemipaan primer dan SR) serta Gambar 4.4 (Kondisi eksisting pemipaan). Pada sambungan rumah disediakan bak kontrol *grease trap* dan bak kontrol *black water*, dapat dilihat pada Gambar 4.7 (DED bak kontrol *grease trap* dan *black water*) dan dapat dilihat pada Gambar 4.8 (Kondisi eksisting bak kontrol *grease trap* dan *black water*)

Bak kontrol sangat penting pada jaringan pemipaan untuk pengecekan aliran air limbah yang masuk dalam perpipaan, yang peletakannya diatur pada setiap perubahan diameter pipa, perubahan kemiringan pipa, perubahan arah laju aliran, pertemuan dua saluran atau lebih, dan pada jarak lurus maksimal 20m

(Kementerian Lingkungan Hidup dan Perumahan Rakyat, 2016). Untuk *type* bak kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.5 serta Gambar 4.6



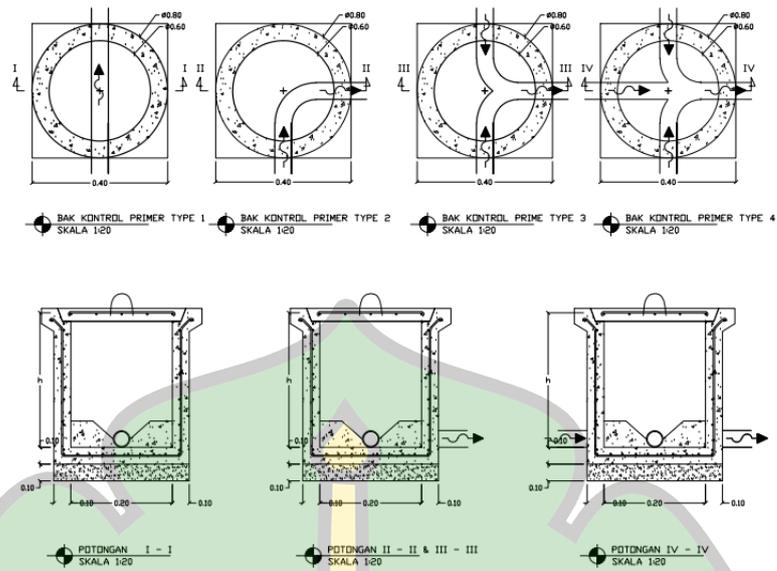
**Gambar 4.3.** Detailed Engineering Design (DED) Pemipaan Primer dan SR

Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)



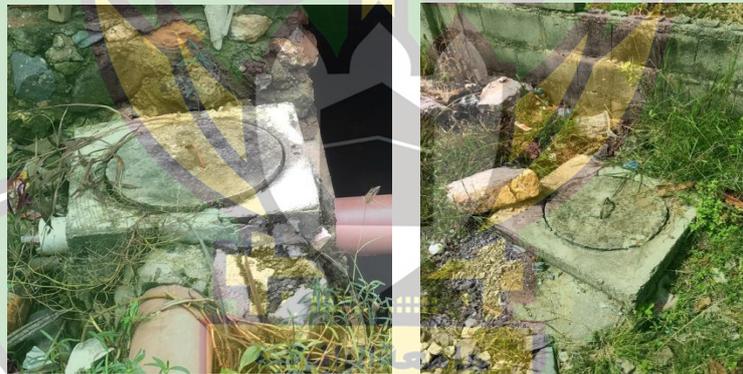
**Gambar 4.4.** Kondisi Eksisting Pemipaan

Sumber : (Dokumentasi peneliti)



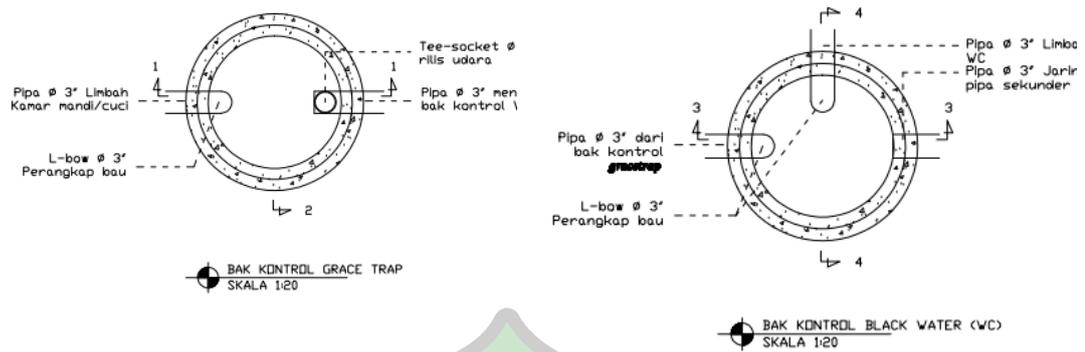
**Gambar 4.5.** *Detailed Engineering Design (DED) Bak Kontrol Type 1-4*

Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)



**Gambar 4.6.** Kondisi Eksisting Bak Kontrol Primer

Sumber : (Dokumentasi Peneliti)



**Gambar 4.7.** *Detailed Engineering Design (DED) Bak Kontrol Grease Trap dan Black Water*

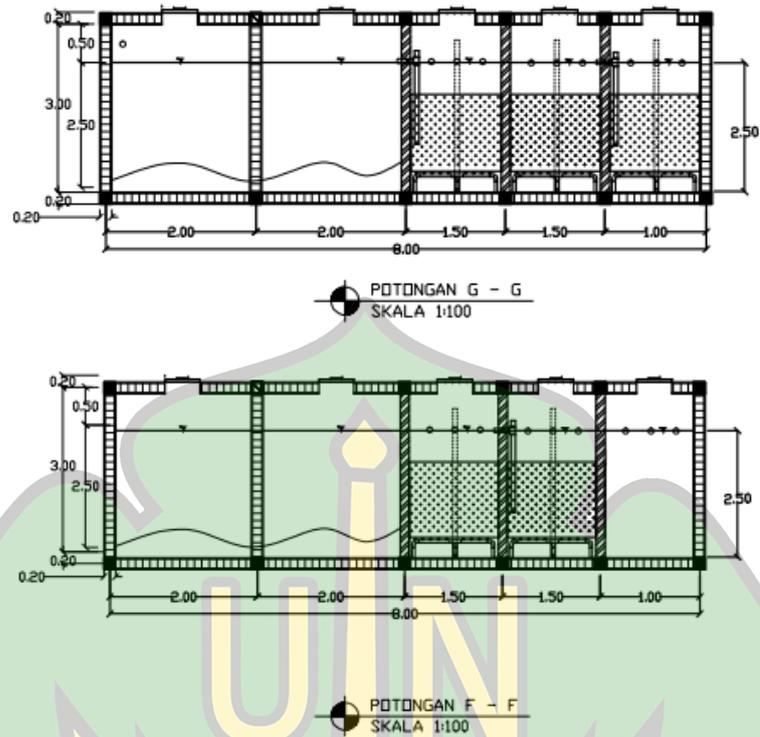
Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)



**Gambar 4.8.** *Kondisi Eksisting Bak Kontrol Grease Trap dan Black Water*

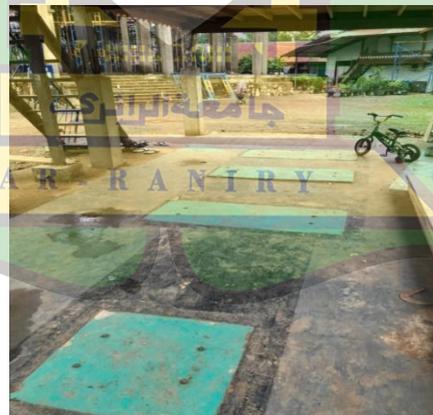
Sumber : (Dokumentasi Peneliti)

Bangunan utama IPAL komunal Gampong Surien terdiri dari beberapa komponen yaitu: inlet, bak pengendap (*settler*) dengan 2 kompartemen, bak *Anaerobic Filter* (AF) dengan 5 kompartemen, bak *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dengan 1 kompartemen, dan outlet, dapat dilihat pada Gambar 4.9 (DED bak settler, AF, dan ABR). Hasil pengamatan menunjukkan bangunan utama IPAL komunal secara fisik berkondisi baik, hanya ada keretakan kecil pada dinding bangunan, dapat dilihat pada Gambar 4.10 (Kondisi eksisting bak settler, AF, dan ABR).



**Gambar 4.9.** *Detailed Engineering Design (DED)* bak settler, AF, dan ABR

Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)



**Gambar 4.10.** Kondisi Eksisting Bak Settler, AF, dan ABR

Sumber : (Dokumentasi Peneliti)

Untuk memenuhi beban air limbah selain dari SR juga dibangun unit MCK yang memiliki dua (2) bilik *water closet* (WC), hasil observasi/pengamatan terhadap bangunan MCK berkondisi cukup baik, akan tetapi kurang aktif dipergunakan oleh masyarakat setempat, dapat dilihat pada Gambar 4.11 (Kondisi eksisting bangunan MCK)



**Gambar 4.11.** Kondisi Eksisting Bangunan MCK

Sumber : (Dokumentasi Peneliti)

Berdasarkan komponen-komponen IPAL Gampong Surien yang terbangun, hasil pengamatan/observasi peneliti dilapangan ditemukan terdapat kondisi komponen yang tidak berfungsi dengan baik yaitu pada jaringan pemipaan terjadi kerusakan atau kebocoran, dapat dilihat pada Gambar 4.12 kondisi rembesan air limbah yang disebabkan oleh kebocoran pemipaan di belakang bangunan MCK. Dapat disimpulkan untuk kriteria Komponen IPAL mendapatkan nilai tiga (3) hal ini sesuai dengan indikator bahwa “*alat mudah dioperasikan, komponen sering rusak*”.



**Gambar 4.12.** Kondisi Rembesan Air Limbah

Sumber : (Dokumentasi Peneliti)

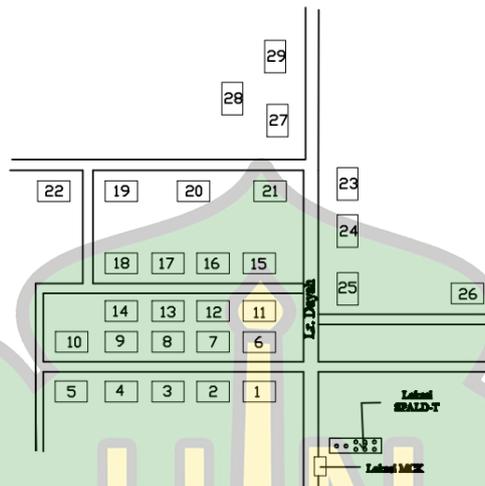
#### 4.2.1.3 Layout IPAL Komunal

Layout IPAL Komunal yang dinilai dalam penelitian ini merupakan tingkat kesesuaian peletakan komponen IPAL komunal dengan rencana pembangunannya. Hasil observasi/pengamatan peneliti kondisi layout sesuai dengan perencanaan awal tanpa adanya perubahan atau modifikasi, hal ini didukung oleh lokasi pembangunan yang memadai sehingga tidak ada perubahan realisasi rencana layout. Kriteria layout mendapatkan nilai empat (4) sesuai dengan indikator “*sangat sesuai dengan perencanaan*”.

#### 4.2.1.4 Kapasitas Terpasang

IPAL komunal didirikan berdasarkan jumlah kebutuhan masyarakat untuk membantu pengolahan air limbah rumah tangga, sehingga kapasitas penampungan dan pengolahan air limbah disesuaikan dengan jumlah pengguna pada lokasi pembangunan. Selain itu juga mempertimbangkan biaya pembangunan IPAL yang mesti harus disesuaikan dengan besarnya jumlah anggaran yang disediakan pada program pembangunan IPAL komunal. Kapasitas yang direncanakan yaitu 29 SR dan 1 unit MCK dengan 2 bilik WC, kondisi eksisting yang masih terkoneksi dengan IPAL yaitu 25 SR yang memiliki nilai 86% dari perencanaan 29 SR (100%), maka untuk kriteria kapasitas terpasang memperoleh nilai empat

(4) sesuai dengan indikator “memenuhi 76-100% dari rencana”. Dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13.** Peta Lokasi Perencanaan Kapasitas Terpasang

Sumber : (PPK SANIMAS Kota Banda Aceh, 2019)

#### 4.2.1.5 Beban air limbah

Penilaian untuk beban air limbah diukur berdasarkan penilaian terhadap kapasitas terpasang dibagi dengan jumlah pemanfaat/pengguna atau jumlah sambungan rumah (SR) yang tersambung pada kondisi eksisting saat penelitian dilakukan.

Hasil perhitungan beban air limbah yang dihasilkan dibandingkan antara perencanaan dengan kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

**Tabel 4.3.** Perbandingan Beban Air Limbah Rencana dan Eksisting

No	Rencana	Eksisting
1	29 SR	25 SR
2	$Q_{\text{Air Limbah}} : 11,136 \text{ m}^3/\text{hari}$	$Q_{\text{Air Limbah}} 9,6 \text{ m}^3/\text{hari}$
3	$Td_{\text{keseluruhan IPAL}} : 7.764 \text{ menit}$	$Td_{\text{keseluruhan IPAL}} : 9.000 \text{ menit}$
4	Kapasitas pengolahan : $8,68608 \text{ m}^3$	Kapasitas pengolahan : $7,488 \text{ m}^3$
Volume bak yang terbangun : $60 \text{ m}^3$		
Volume bak yang dibutuhkan hasil evaluasi : $48,8 \text{ m}^3$		

Sumber : (Hasil analisa data)

Hasil perhitungan beban air limbah sambungan rumah didapatkan untuk perbandingan beban air limbah kapasitas terpasang/perencanaan dengan jumlah pengguna/kondisi eksisting memiliki selisih yang tidak sama, dan juga tidak sedikit dengan kapasitas terpasang tetapi kurang dari kapasitas terpasang, adapun untuk beban air limbah dari MCK juga kurang dikarenakan jarang dipergunakan oleh masyarakat, hanya pada kondisi tertentu saja digunakan seperti saat ada pengajian bagi anak-anak setempat. Maka untuk kriteria ini mendapatkan nilai dua (2) karena sesuai dengan indikator “jumlah pengguna kurang atau melebihi dari kapasitas terpasang”.

#### 4.2.2. Aspek Lingkungan

Aspek lingkungan yang dinilai berdasarkan enam (6) kriteria yaitu: topografi lahan, badan air penerima, kualitas *efluen*, letak geografis, bahaya banjir, dan jenis tanah.

Hasil pengamatan/observasi terhadap kriteria tersebut didapatkan untuk topografi lahan mendapat nilai tiga (3) sesuai dengan indikator “ada beberapa rumah yang kemiringan lahannya tidak mendukung untuk tersambung ke jaringan IPAL” hal ini dikarenakan kemiringan lahan dengan letak IPAL lebih tinggi dibanding letak pendistribusian air limbah pengguna, dan ada empat (4) sambungan rumah yang sudah diputuskan tidak disalurkan limbahnya untuk diolah di IPAL dikarenakan kemiringan pipa yang telah terpasang terlalu rendah sehingga air limbah pendistribusian tidak mengalir optimal.

Badan air penerima mendapatkan nilai tiga (3) dengan indikator “lokasi buangan tidak mengganggu masyarakat”, hasil pengamatan/observasi buangan air limbah hasil pengolahan (*Efluen*) dibuang ke drainase yang kemudian menuju sungai, Gambar 4.5 memperlihatkan badan air penerima. Kualitas *efluen* mendapatkan nilai dua (2) dikarenakan hasil uji baku mutu kualitas *efluen* didapatkan masih ada beberapa parameter yang belum layak dibuang ke lingkungan dan hasil observasi *air limbah setelah proses pengolahan* sedikit berbau menyengat.



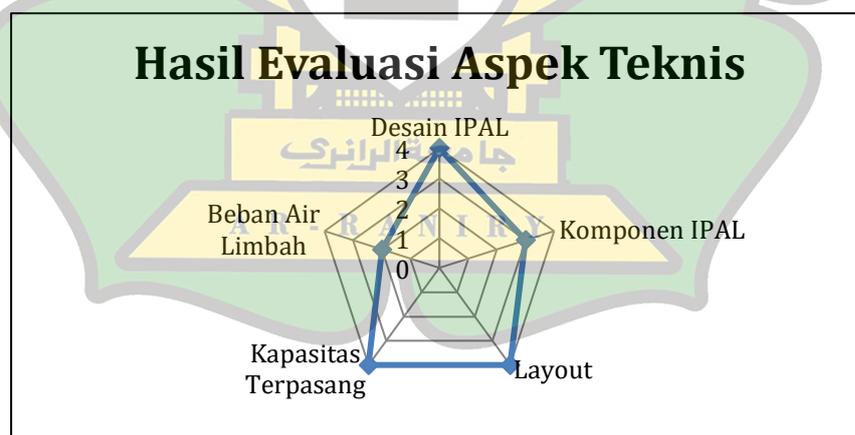
**Gambar 4.14.** Kondisi Badan Air Penerima

Sumber : (Dokumentasi Peneliti)

Kriteria letak geografis, bahaya banjir, dan jenis tanah masing-masing mendapatkan nilai empat (4) hal ini sesuai dengan indikator bahwa “lokasi IPAL memiliki akses mudah untuk truk tinja dan letak IPAL tidak terlalu berdekatan dengan rumah warga”, “lokasi bebas banjir”, dan “tanah kedap air seperti lempung”.

#### 4.2.3. Hasil evaluasi aspek teknis dan lingkungan

Hasil evaluasi untuk aspek teknis dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut



**Gambar 4.15.** Hasil Evaluasi Aspek Teknis

Sumber : (Hasil analisa data)

Berdasarkan evaluasi aspek teknis didapatkan hasil masing-masing, untuk kriteria desain IPAL mendapatkan nilai empat (4), komponen IPAL dengan nilai tiga (3), layout dengan nilai empat (4), kapasitas terpasang dengan nilai empat (4),

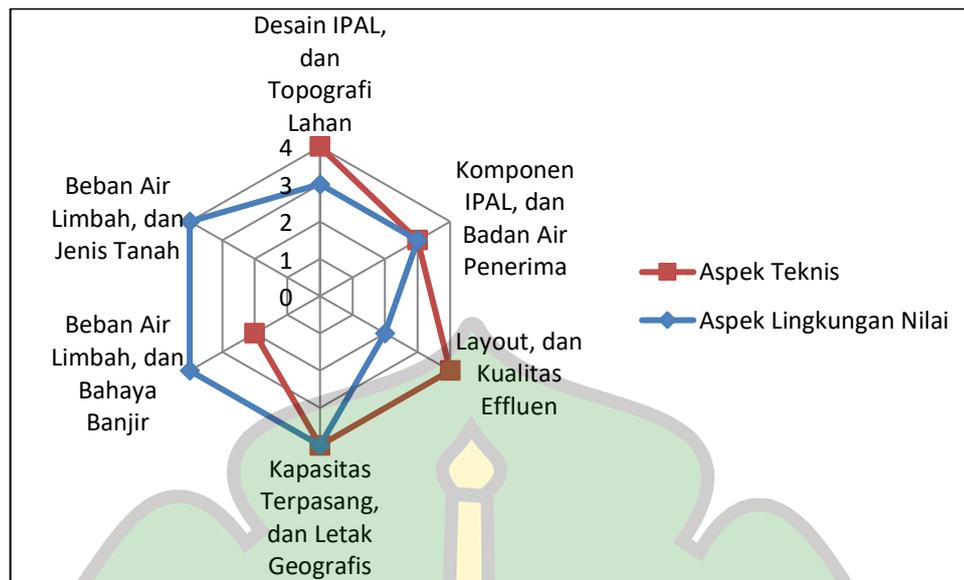
dan beban air limbah mendapatkan nilai dua (2). Dari masing-masing kriteria tersebut untuk aspek teknis memiliki nilai 3,4, dengan hasil tersebut evaluasi aspek teknis IPAL Komunal Gampong surin termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Adapun hasil evaluasi untuk aspek lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16.** Hasil Evaluasi Aspek Lingkungan  
Sumber : (Hasil analisa data)

Berdasarkan evaluasi aspek lingkungan didapatkan hasil masing-masing, untuk kriteria topografi lahan mendapatkan nilai tiga (3), badan air penerima dengan nilai tiga (3), kualitas *effluen* dengan nilai dua (2), letak geografis dengan nilai empat (4), bahaya banjir dengan nilai empat (4), dan jenis tanah mendapatkan nilai empat (4). Dari masing-masing kriteria tersebut untuk aspek lingkungan memiliki nilai 3,33, dengan hasil tersebut evaluasi aspek lingkungan IPAL Komunal Gampong surin termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00).

Untuk hasil evaluasi keseluruhan (aspek teknis dan lingkungan) dapat dilihat pada Gambar 4.17.



**Gambar 4.17.** Hasil Evaluasi Keseluruhan

Sumber : (Hasil analisa data)

Berdasarkan evaluasi keseluruhan (aspek teknis dan lingkungan) didapatkan hasil masing-masing, untuk aspek teknis memiliki nilai 3,6 (baik), dan aspek lingkungan memiliki nilai 3,33 (sangat baik). Dari masing-masing kriteria tersebut untuk aspek keseluruhan memiliki nilai 3,45. Dengan hasil tersebut evaluasi aspek keseluruhan (aspek teknis dan lingkungan) IPAL Komunal Gampong surin termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00).

#### 4.3. Efisiensi Pengolahan IPAL Komunal Gampong Surien

Evaluasi yang dilakukan yaitu dengan pengambilan air sampel pada *inlet* dan *outlet* IPAL Komunal untuk memperoleh nilai persentase penyisihan pencemar. Tujuan dari perhitungan efisiensi penyisihan pencemar untuk mengetahui kinerja IPAL Komunal dalam mengolah air limbah, adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan efisiensi sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Penyisihan} = \frac{a-b}{a} 100\%$$

Keterangan

$a$  = konsentrasi air limbah pada titik inlet (mg/L)

$b$  = konsentrasi air limbah pada titik outlet (mg/L)

Berdasarkan rumus perhitungan diatas, hasil perhitungan efisiensi penyisihan pencemar dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Nilai Persentase Penyisihan IPAL Komunal

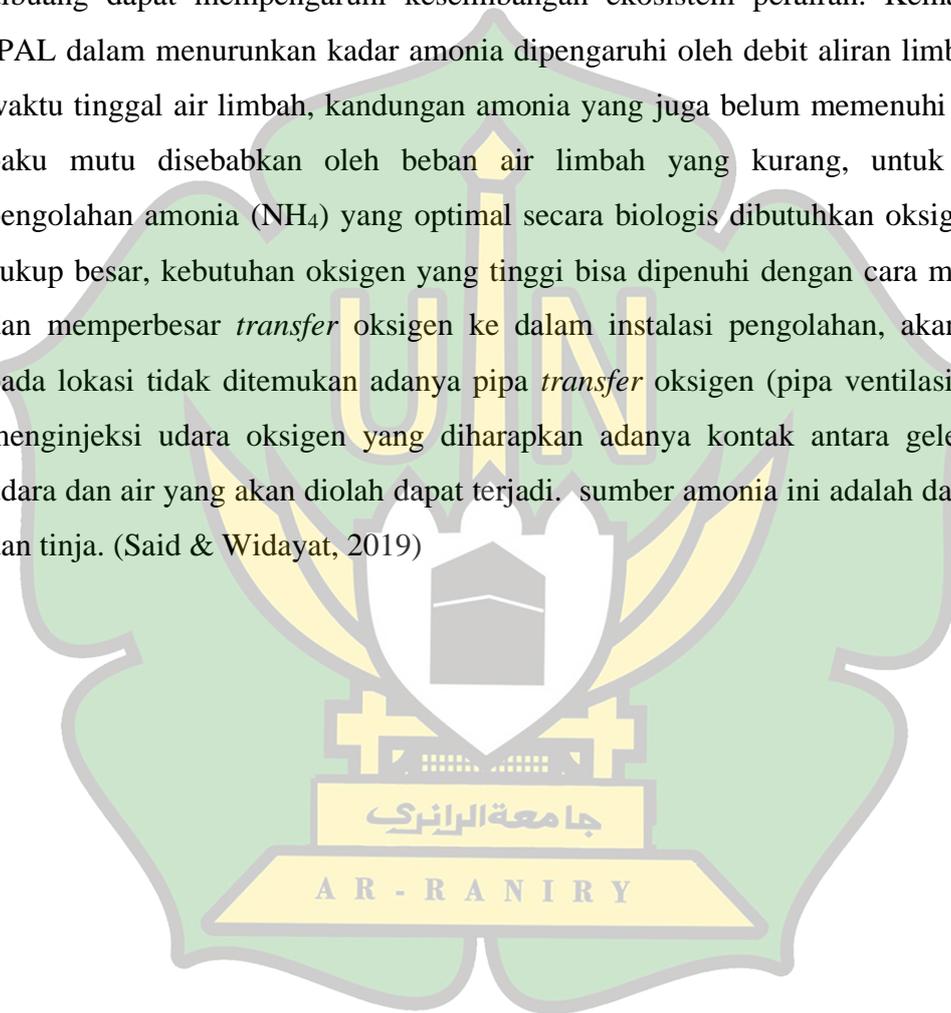
No	Parameter	Hasil Pemeriksaan		Baku Mutu	Efisiensi (%)
		Inlet	Outlet		
1	pH	6,6	6,8	6-9	-
2	BOD (mg/l)	120	6,5041	30	94,5
3	COD (mg/l)	271	123	100	54,6
4	TSS (mg/l)	52	6	30	88,4
5	Minyak dan Lemak (mg/l)	0,048	0,064	5	
6	Amoniak (mg/l)	70,0855	64,1026	10	8,5
7	Total Coliform MPN/100 mL	>2400	>2400	3000	-

Sumber : (Hasil analisis data)

Berdasarkan Tabel 4.3 diatas dapat diperoleh informasi bahwa sistem pengolahan IPAL Komunal Gampong Surien dapat bekerja dalam menurunkan parameter BOD sebesar 94,5%, TSS sebesar 88,4%, COD sebesar 54,6%, dan amonia sebesar 8,5%. Dengan hasil tersebut dapat diketahui kinerja dari IPAL Komunal Gampong Surien masih belum optimal dikarenakan masih ada beberapa parameter yang belum memenuhi kriteria baku mutu.

Nilai COD merupakan tingkat pencemaran oleh bahan organik, Kadar COD dalam air biasanya lebih tinggi dari kadar BOD, hal ini terjadi karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia daripada oksidasi

biologis. Nilai COD yang belum memenuhi disebabkan oleh kurangnya mikroorganisme yang terkandung dalam AF dikarenakan kurangnya beban air limbah sehingga pengolahan air limbah tidak efektif dan menyebabkan kinerja IPAL menurun, nilai konsentrasi COD yang belum memenuhi ini dapat menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut di badan air sehingga apabila dibuang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem perairan. Kemampuan IPAL dalam menurunkan kadar amonia dipengaruhi oleh debit aliran limbah dan waktu tinggal air limbah, kandungan amonia yang juga belum memenuhi kriteria baku mutu disebabkan oleh beban air limbah yang kurang, untuk proses pengolahan amonia ( $\text{NH}_4$ ) yang optimal secara biologis dibutuhkan oksigen ( $\text{O}_2$ ) cukup besar, kebutuhan oksigen yang tinggi bisa dipenuhi dengan cara membuat dan memperbesar *transfer* oksigen ke dalam instalasi pengolahan, akan tetapi pada lokasi tidak ditemukan adanya pipa *transfer* oksigen (pipa ventilasi) untuk menginjeksi udara oksigen yang diharapkan adanya kontak antara gelembung udara dan air yang akan diolah dapat terjadi. sumber amonia ini adalah dari *urine* dan tinja. (Said & Widayat, 2019)



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan dari rumusan masalah dan hasil pembahasan, maka didapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kualitas efluen IPAL komunal Gampong Surien yang memenuhi baku mutu ialah parameter pH, TSS, BOD, Total Coliform, Minyak dan Lemak. Adapun yang belum memenuhi baku mutu adalah parameter COD, dan Amoniak, berdasarkan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair Domestik.
2. Hasil evaluasi aspek teknis memiliki nilai 3,4 termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Adapun untuk aspek lingkungan memiliki nilai 3,33 juga termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00). Untuk gabungan kedua aspek (aspek teknis dan lingkungan) mendapatkan nilai 3,45 termasuk dalam golongan sangat baik (3,25 - 4,00).
3. Hasil persentase penyisihan IPAL komunal Gampong Surien ialah BOD sebesar 94,5%, TSS sebesar 88,4%, COD sebesar 54,6%, dan amonia sebesar 8,5%.

#### **5.2. Saran**

Setelah melakukan penelitian dan mendapatkan hasil evaluasi, peneliti juga memberikan saran ataupun masukan setelah menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian kualitas air limbah domestik yang berkelanjutan minimal enam (6) bulan sekali pada inlet dan outlet IPAL Komunal Gampong Surien guna mengetahui kinerja IPAL dalam pengolahan limbah cair domestik.

2. Pembangunan IPAL Komunal perlu perhatian tentang perbedaan elevasi pada komponen perpipaan antara bangunan pengolahan IPAL dengan perumahan atau sambungan rumah.
3. Perlunya dilakukan pengontrolan dan perawatan komponen-komponen perpipaan, bak kontrol, dan bangunan utama IPAL Komunal yang ada guna untuk memperbaiki dan mengoptimalkan fungsi masing-masing komponen tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, M. H. (2018). Banda Aceh Miliki 20 Unit Pengolah Limbah. *Antaranews. aceh*: <https://aceh.antaranews.com/berita/51122/banda-aceh-miliki-20-%0Aunit-pengolah-limbah>
- Mubin, F. A. B., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik, Vol.4 No.3*, 211–223.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik, 4(3)*.
- Said, N. I., & Widayat, W. (2019). *Perencanaan Dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*. Gosyen Publishing.
- Sidhi, A. N., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Hubungan Kualitas Sanitasi Lingkungan Dan Bakteriologis Air Bersih Terhadap Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Adiwerna Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4 (3), 665–676.
- Afandi, Y. V, Sunoko, H. R., & Kismartini, K. (2013). Status Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat Di Kota Probolinggo. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 11 (2)*, 100–109.
- Azwar. (2007). *Sikap Manusia Dan Pengukurannya*. PT. Rineka Cipta.
- Fajarwati, A. (2008). *Perencanaan Sistem Penyaluran Air Buangan Domestik Kota Palembang (Studi Kasus: Kecamatan Ilir Timur I dan Kecamatan Ilir Timur II)*. Institut Teknologi Bandung.
- Hafidh, R., Kartika, F., & Farahdiba, A. U. (2016). Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL) Berbasis Masyarakat, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan, 8, Nomor 1*, 46–55.
- Hamid Aly, S., Hustim, M., & Palangda, D. (2015). *Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Hastuti, E., Nuraeni, R., & Darwati, S. (2017). Pengembangan Proses Pada Sistem Anaerobic Baffled Reactor Untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Permukiman, 12(2)*, 70–79.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, (2003).

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 68 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, (2016).
- Karyadi, L. (2010). *Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Perumahan Rakyat. (2016). *Buku 3 Pembangunan Infrastruktur SANIMAS IDB (Islamic Development Bank)*.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)*. (2018). Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman.
- Pitoyo, E., Hendriarianti, E., & Karnaningroem, N. (2017). Evaluasi IPAL Komunal Pada Kelurahan Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. *Jurnal Purifikasi*, 17 No. 1, 1–10.
- Pitoyo, P. N. P., Arthana, I. W., & Sudarma, I. M. (2016). Kinerja Pengelolaan Limbah Hotel Peserta Proper Dan Non Proper Di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *Jurnal Ecotrophic*, 10.
- Pratiwi, S. I., & Marsono, B. D. (2012). Evaluasi Program Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS) 2008-2009 Di Kabupaten Jember. *Scientific Conference Of Environmental Technology IX-2012*, 1–6.
- Prisanto, D. E., Yanuwidi, B., & Soemarno, S. (2015). Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur. *Journal Indonesian of Environment and Sustainable Development*, 6 (1).
- Rahmawati, D., Handayani, R. D., & Fauzzia, W. (2018). Hygiene Dan Sanitasi Lingkungan Di Obyek Wisata Kampung Tulip. *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1 (1).
- Rahmi, P. (2012). *Pengolahan Limbah Domestik Menjadi Biogas Melalui Proses Anaerob*.
- Ranudi, R. S. E. (2018). *Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal Di Kabupaten Sleman*. Universitas Islam Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, (2017).
- Rhomaidhi. (2008). *Pengelolaan Sanitasi Secara Terpadu Wilayah Sungai Widuri*

(Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.

- Said, N. I., & Widayat, W. (2019). *Perencanaan Dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*. Gosyen Publishing.
- Saputri, D., Marendra, F., Yuliansyah, A. T., & Prasetya, A. (2021). Evaluasi Aspek Teknis dan Lingkungan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 15, N*, hlm. 71-83.
- Selintung, M., Hatta, M. P., & Ikramuddin, A. (2015). *Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Rappocini Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Sidhi, A. N., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Hubungan Kualitas Sanitasi Lingkungan Dan Bakteriologis Air Bersih Terhadap Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Adiwerna Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4 (3), 665–676.
- Sihombing, A. T. (2019). Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis Masyarakat Pada Kelurahan Kisaran Naga. *Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan Ke-3 2019*.
- Sugiharto. (2008). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press.
- Suriaman, E., & Juwita. (2008). Uji Kualitas Air. *Jurnal Penelitian Mikrobiologi Pangan. Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang*.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y. J., & Suprihatin. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan IPAL Komunal Di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan, 19, No 2*, 229–238.
- Wijayaningrat, A. T. P. (2018). Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kecamatan Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisika Kimia. *Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia*.
- World Bank Report. *East Asia and Pacific Region Urban Sanitation Review. Indonesia Country Study. Australian Agency For International Development*. (2013).

**LAMPIRAN A**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**



Bacaan hasil uji COD pada Inlet



Bacaan hasil uji COD pada Outlet



Bacaan hasil timbang berat residu  
(TSS) Inlet



Bacaan hasil timbang berat residu  
(TSS) Outlet



Bacaan hasil timbang berat kertas  
saring (TSS) air suling



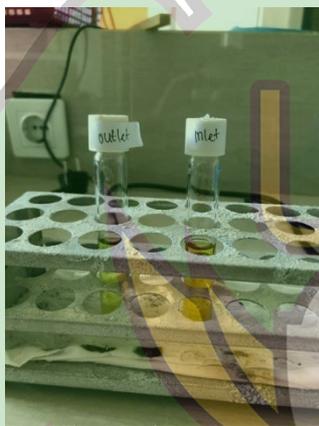
Proses pengujian TSS



Bacaan hasil uji Ph pada Inlet



Bacaan hasil uji Ph pada Outlet



Hasil pembuatan reagen COD



Proses pembuatan reagen COD



Proses pengukuran kualitas Ph



Proses pengambilan sampel pada Inlet



Proses pewardahan sampel



Proses pembukaan penutup



Proses pengambilan sampel pada Outlet



Wawancara

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN BEBAN/DEBIT AIR LIMBAH**

Diketahui :

Kebutuhan air bersih per orang	: 120 Liter/penghuni/hari
Kapasitas terpasang	: 29 SR
Kapasitas eksisting	: 25 SR
Jumlah penduduk	: (SR x asumsi 4 orang/SR) jiwa

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Q air bersih Kapasitas Terpasang} & \\ &= 120 \text{ Liter/penghuni/hari} \times 116 \text{ Jiwa} \\ &= 13.920 \text{ liter/hari} \\ &= 13,92 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q air limbah} &= 80\% \times 13,92 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 11,136 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi debit/beban air limbah yang dihasilkan pada kondisi kapasitas terpasang sebesar 11,136 m<sup>3</sup>/hari

$$\begin{aligned} \text{Q air bersih Kondisi Eksisting} & \\ &= 120 \text{ Liter/penghuni/hari} \times 100 \text{ Jiwa} \\ &= 12.000 \text{ liter/hari} \\ &= 12 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q air limbah} &= 80\% \times 12 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 9,6 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi debit/beban air limbah yang dihasilkan pada kondisi eksisting sebesar 9,6 m<sup>3</sup>/hari

Untuk mengetahui kapasitas volume yang tertampung pada kondisi eksisting dalam IPAL Komunal Gampong Surien, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= \text{Panjang (P)} \times \text{Lebar (L)} \times \text{Tinggi (T)} \\ &= 8,00 \times 3,00 \times 2,50 \\ &= 60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ air limbah kapasitas terpasang} &= 11,136 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 11,136 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ Jam} \\
 &= 0,464 \text{ Jam} \\
 Td \text{ (Waktu tinggal)} &= V / Q = 60 \text{ m}^3 / 0,464 \text{ Jam} \\
 &= 129,4 \text{ Jam} = 7.764 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{air limbah kondisi eksisting}} &= 9,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 9,6 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ Jam} \\
 &= 0,4 \text{ Jam} \\
 Td \text{ (Waktu tinggal)} &= V / Q = 60 \text{ m}^3 / 0,4 \text{ Jam} \\
 &= 150 \text{ Jam} = 9.000 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Perilaku puncak penggunaan air bersih perhari diasumsikan terjadi dengan durasi 4 Jam, dengan persentase penggunaan sebesar 60% (Mubin & Halim, 2016). Maka untuk debit/beban air limbah yang dihasilkan saat kondisi jam puncak penggunaan air sebagai berikut:

Jumlah limbah cair kapasitas terpasang yang dihasilkan pada jam puncak adalah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Persentase jam puncak} \times \text{Total limbah cair} \\
 &= 60\% \times 11,136 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 6,6816 \text{ m}^3/\text{hari} = 6.681,6 \text{ liter (dalam waktu 4 jam)}
 \end{aligned}$$

Jumlah limbah cair kondisi eksisting yang dihasilkan pada jam puncak adalah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Persentase jam puncak} \times \text{Total limbah cair} \\
 &= 60\% \times 9,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 5,76 \text{ m}^3/\text{hari} = 5.760 \text{ Liter (dalam waktu 4 jam)}
 \end{aligned}$$

Pada beban puncak untuk memenuhi beban air limbah yang masuk sebelum dan setelah beban puncak perlu ditambahkan 30% dari total air limbah yang dihasilkan

$$\begin{aligned}
 \text{Total kapasitas Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada kapasitas terpasang} &= 6.681,6 \text{ liter} + (30\% \times 6.681,6 \text{ liter}) \\
 &= 8.686,08 \text{ liter} = 8,68608 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Total kapasitas Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada kondisi eksisting

$$= 5.760 \text{ Liter} + (30\% \times 5.760 \text{ Liter})$$

$$= 7.488 \text{ liter} = 7,488 \text{ m}^3$$

Volume bak yang diperlukan pada kapasitas terpasang

$$= \frac{Td}{60 \times 24} \text{ Hari} \times \text{Kapasitas Pengolahan}$$

$$= \frac{7,764}{60 \times 24} \text{ Hari} \times 8.68608 \text{ m}^3/\text{hari}$$

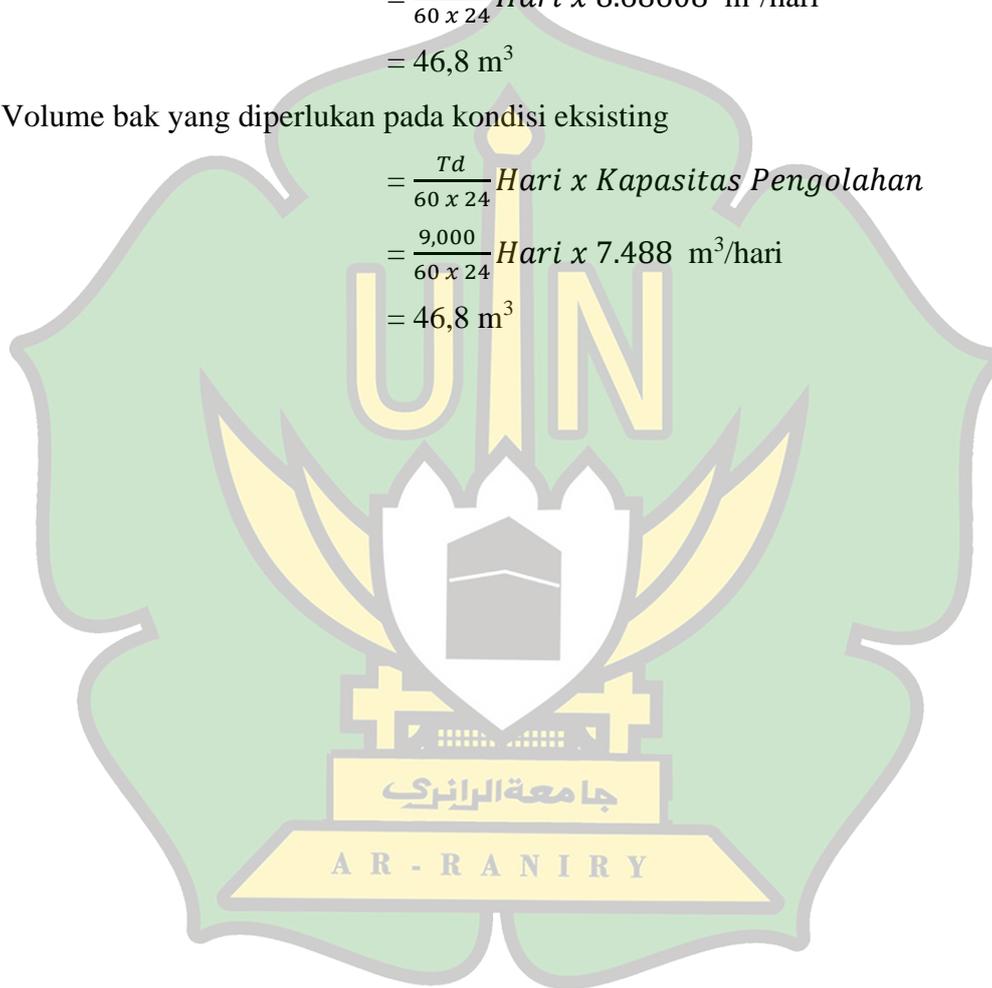
$$= 46,8 \text{ m}^3$$

Volume bak yang diperlukan pada kondisi eksisting

$$= \frac{Td}{60 \times 24} \text{ Hari} \times \text{Kapasitas Pengolahan}$$

$$= \frac{9,000}{60 \times 24} \text{ Hari} \times 7.488 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 46,8 \text{ m}^3$$



**LAMPIRAN C**  
**HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN KIMIA  
LABORATORIUM INSTRUMENTASI DAN PENELITIAN  
DARUSSALAM BANDA ACEH

---

**LEMBAR HASIL UJI**  
No : 119-B/LA/Kim/2021

Sampel ID : Air Limbah  
Permintaan : Walad Shaleh  
Tanggal Penerimaan : 8 Desember 2021  
Tanggal Analisa : 14 – 22 Desember 2021  
Hasil Analisa :

No	Parameter	Unit	Hasil Analisa		Metoda Analisa
			Inlet	Outlet	
1	Amonia	mg/L	70,0855	64,1026	Spektrometri
2	Minyak Lemak	mg/L	0,048	0,064	Ekstraksi
3	BOD	mg/L	120	6,5041	Winkler
4	Coliform	MPN/ 100 ml	>2400	>2400	MPN

Darussalam, 23 Desember 2021  
Lab. Instrumentasi dan Penelitian  
Kepala

  
**A R - R A N I R I**  
 Dr. Lehfajri, M.Si  
 Nip. 197002212000032002

**LAMPIRAN D**  
**SURAT KETERANGAN**



**PEMERINTAH KOTA BANDA ACEH**  
**KECAMATAN MEURAXA**  
**GAMPONG SURIEN**  
KANTOR: Jln. Pemuda Gampong Surien-23234 Banda Aceh

---

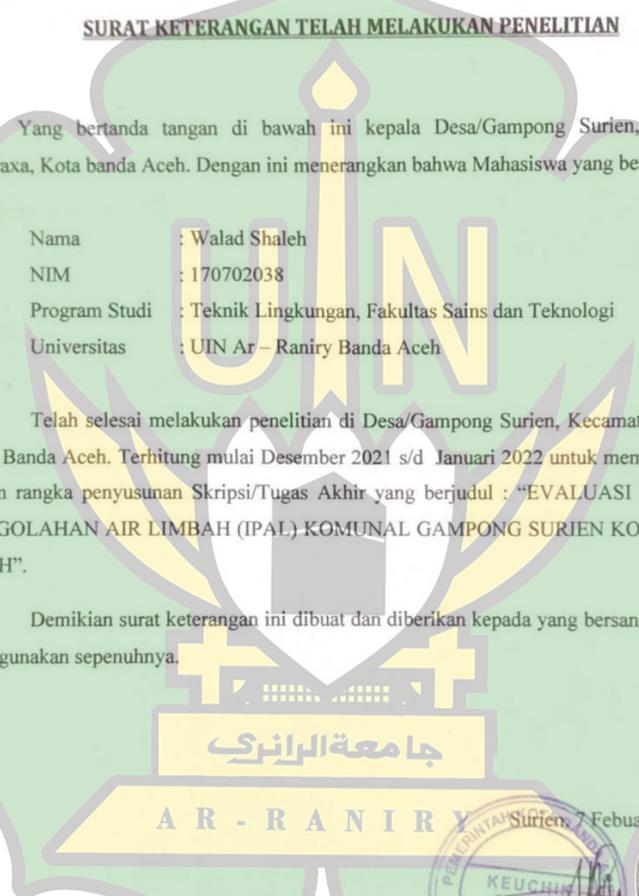
**SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini kepala Desa/Gampong Surien, Kecamatan Meuraxa, Kota banda Aceh. Dengan ini menerangkan bahwa Mahasiswa yang beridentitas :

Nama	: Walad Shaleh
NIM	: 170702038
Program Studi	: Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas	: UIN Ar – Raniry Banda Aceh

Telah selesai melakukan penelitian di Desa/Gampong Surien, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh. Terhitung mulai Desember 2021 s/d Januari 2022 untuk memperoleh data dalam rangka penyusunan Skripsi/Tugas Akhir yang berjudul : “EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL GAMPONG SURIEN KOTA BANDA ACEH”.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sepenuhnya.



جامعة الرانيري  
A R - R A N I R Y

Surien, 7 Februari 2022

  
  
**AFDHAL, S.T**  
 (Kepala Desa/Gampong Surien)

## LAMPIRAN E

### PEDOMAN WAWANCARA-OBSERVASI DAN HASIL

1. Apakah desain IPAL sesuai dengan perencanaan?

Jawaban : Desain IPAL komunal yang dibangun didampingi oleh Tenaga Fasilitator Lapangan (TFL) yang ditunjuk oleh pemerintah untuk membantu masyarakat dalam membuat *Detailed Engineering Design* (DED) IPAL komunal Gampong Surien sehingga kecil kemungkinan IPAL yang terbangun menyimpang dari desainnya, atau dengan kata lain sangat sesuai dengan perencanaan. (Wawancara)

2. Bagaimana kondisi terkait komponen IPAL?

Jawaban : kondisi komponen IPAL ada beberapa yang mengalami kerusakan, seperti perpipaan pendistribusian air limbah yang mengalami kerusakan atau kebocoran, dan ada jaringan perpipaan yg memiliki kemiringan yang terlalu rendah sehingga air limbah pendistribusian tidak mengalir optimal. Alat mudah dioperasikan dan IPAL masih berfungsi. (Observasi)

3. Apakah Layout sesuai dengan perencanaan?

Jawaban : Layout IPAL komunal yang dibangun didampingi oleh Tenaga Fasilitator Lapangan (TFL) yang ditunjuk oleh pemerintah untuk membantu masyarakat dalam membuat *Detailed Engineering Design* (DED) IPAL komunal Gampong Surien dan didukung oleh lokasi pembangunan yang memadai sehingga tidak ada perubahan realisasi rencana layout. (Wawancara)

4. Berapa jumlah kapasitas terpasang yang direncanakan?

Jawaban : perencanaan 29 sambungan rumah dan 2 bilik WC. (Wawancara)

5. Bagaimana kondisi beban air limbah?

Jawaban : untuk kondisi di MCK, penggunaanya kurang dikarenakan hanya digunakan oleh anak” ngaji saja di dayah tersebut, dan jumlahnya tidak banyak dan pada jam/situasi tertentu saja. (Wawancara dan observasi)

6. Bagaimana kondisi topografi lahan yang ada?

Jawaban : kondisi topografi lahan sebenarnya bagus karena tidak ada perbedaan elevasi yang terlalu tinggi, akan tetapi memang ada beberapa rumah yang kemiringan lahannya tidak mendukung. (Wawancara dan observasi)

7. Bagaimana kondisi badan air penerima setelah pengolahan?

Jawaban : lokasi badan air penerima merupakan drainase yang akan menuju sungai, lokasi tersebut tidak mengganggu masyarakat karena tidak ada aktivitas masyarakat di tempat tersebut. (Observasi)

8. bagaimana kondisi letak geografis?

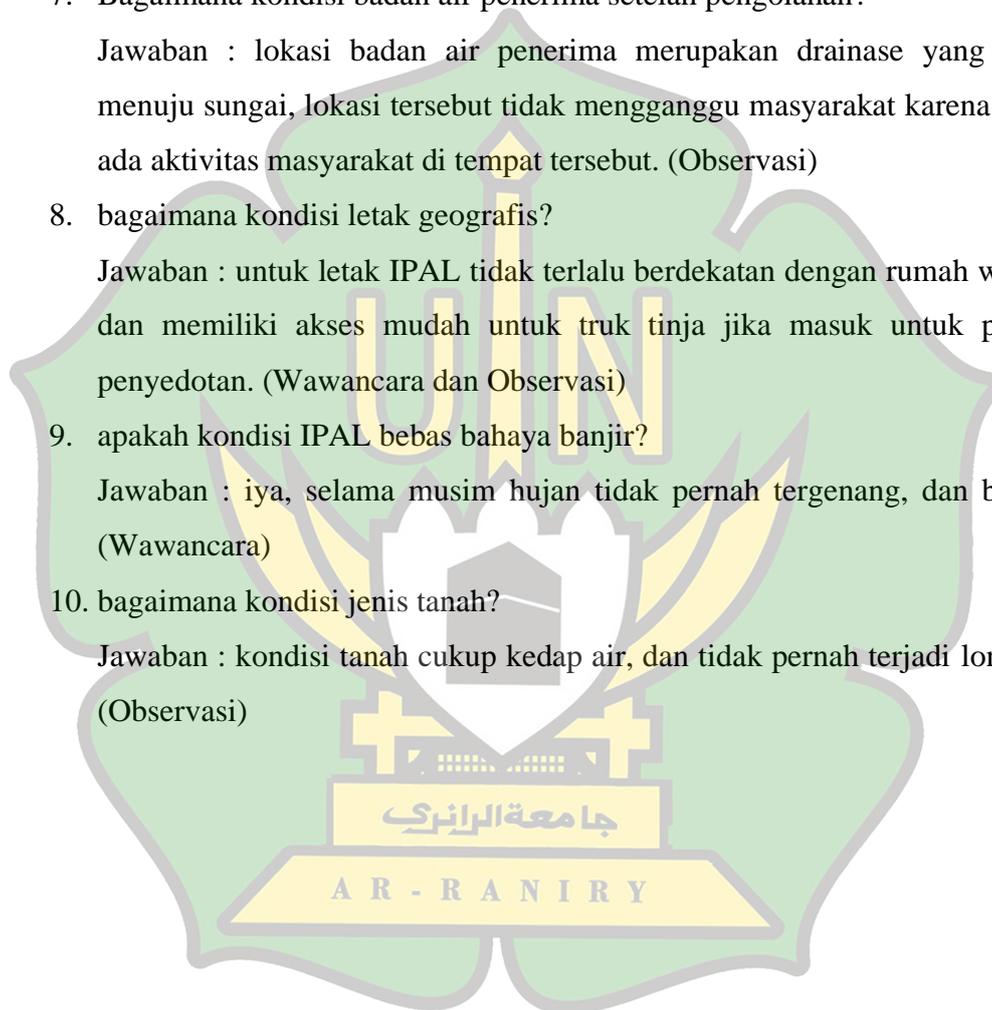
Jawaban : untuk letak IPAL tidak terlalu berdekatan dengan rumah warga, dan memiliki akses mudah untuk truk tinja jika masuk untuk proses penyedotan. (Wawancara dan Observasi)

9. apakah kondisi IPAL bebas bahaya banjir?

Jawaban : iya, selama musim hujan tidak pernah tergenang, dan banjir. (Wawancara)

10. bagaimana kondisi jenis tanah?

Jawaban : kondisi tanah cukup kedap air, dan tidak pernah terjadi longsor. (Observasi)



## LAMPIRAN F

### TAHAP UJI PARAMETER

#### 1. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Metode yang digunakan adalah Winkler berdasarkan SNI 6989.72-2009

- a. Persiapan analisa BOD
- b. Dimasukkan air sampel ke dalam winkler jangan sampai terdapat gelembung udara
- c. Ditambahkan  $MnSO_4$  dan 1 ml alkali iodide azida, kemudian botol winkler ditutup (dicampurkan dengan membolak-balik botol sampai terbentuk gumpalan sempurna)
- d. Sampel diendapkan dalam durasi 5-10 menit sampai endapan sempurna
- e. Ditambahkan  $H_2SO_4$  pekat berjumlah 1 ml (botol ditutup) dan dicampurkan sampai endapannya terlarut sempurna
- f. Sampel dipipet sebanyak 50 ml (dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan dititrasikan dengan larutan Natrium Tiosulfat ( $Na_2S_2O_3$ ) 0,025 N hingga warnanya kuning muda)
- g. Ditambahkan amilum berjumlah 1 ml ke dalam larutan sehingga berubah warna menjadi biru tua dan dititrasikan dengan  $Na_2S_2O_3$  hingga warnanya menjadi bening, catat jumlah titrasi yang dipakai
- h. Ditempatkan botol-botol yang sudah diisi air sampel ke dalam inkubator BOD
- i. Sampel yang diinkubasi dengan waktu lima hari bersuhu  $20^\circ C$  dianalisis menggunakan metode yang serupa di atas.

#### 2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Berdasarkan SNI 6989.73-2009

- a. Sampel sebanyak 2,5 ml dimasukkan ke dalam tabung COD lalu dilanjutkan penambahan 1,5 ml larutan campuran  $K_2Cr_2O_7$ - $HgSO_4$
- b. Dibolak-balikkan/dikocok lalu didiamkan selama 5 menit agar terlarut sempurna

- c. Tabung COD dimasukkan ke dalam reaktor COD pada suhu 150°C selama dua jam
- d. Setelah pemanasan dua jam, sampel didinginkan hingga sesuai dengan suhu ruangan
- e. Dihubungkan antara spektrofotometer UV-1800 dengan komputer untuk mempermudah kegiatan, lalu sampel kemudian dimasukkan ke dalam kuvet
- f. Meletakkan kuvet di dalam spektrofotometer, kuvet berisi aquades di atas dan kuvet berisi sampel di bawah
- g. Dibaca hasilnya

### 3. Total Bakteri Coliform

Berdasarkan SNI 01.2332.1-2006

Hari pertama :

- a. 10 ml sampel air limbah di dalam lauryl tryptose broth
- b. Diinokulasi dengan biakan escherichia coli
- c. Diinokulasi deretan tabung ini pada suhu 35°C selama 48 jam

Hari kedua :

- a. Diamati tabung yang sudah diinokulasi sebelumnya
- b. Disediakan tabung kaldu BGLB dan tabung E.C
- c. Diinokulasi tabung pada bagian b sebelumnya dengan satu mata ose lauryl tryptose broth yang menunjukkan hasil positif
- d. Diinokulasi tabung BGLB pada suhu 35°C selama 48 jam diamati pembentukan gas
- e. Diinokulasi tabung E.C. penangas air pada suhu 44,5°C selama 24 jam dan perhatikan pembentukan gasnya

Hari ketiga :

- a. Dari tabung BGLB yang menunjukkan hal positif, digores lempeng agar EMB. Diinokulasi pada suhu 35°C selama 24 jam
- b. Dibandingkan angka index yang diperlukan oleh tabung BGLB dengan tabung MPN untuk Coliform

#### 4. Minyak dan Lemak

Metode Gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.10-2004

- a. Dipindahkan sampel uji ke corong pisah. Ditentukan volume sampel uji seluruhnya (ditandai botol sampel uji pada meniskus air atau ditimbang berat sampel ujinya)
- b. Dikocok dengan kuat selama 2 menit, (dibiarkan lapisan memisah kemudian dikeluarkan lapisan air)
- c. Dikeluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat yang keduanya telah dicuci dengan pelarut ke dalam labu yang bersih dan sudah ditimbang
- d. Jika tidak dapat diperoleh lapisan yang jernih atau tembus pandang, lalu terdapat emulsi lebih dari 5 ml, maka akan dilakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm. Dipindahkan bahan yang disentrifugasi ke corong pisah dan dikeringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang keduanya telah dicuci sebelumnya dan sudah ditimbang
- e. Digabungkan lapisan air dan sisa emulsi atau padatan dalam corong pisah. Diekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 ml tiap kalinya, sebelumnya dicuci terlebih dahulu wadah sampel uji dengan tiap bagian pelarut
- f. Apabila terdapat emulsi pada tahap ekstraksi berikutnya, ulangi poin lima
- g. Digabungkan ekstrak di dalam labu destilasi yang sudah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat dengan tambahan 10 ml - 20 ml pelarut
- h. Kemudian pelarut didestilasi pada suhu  $85^\circ\text{C}$
- i. Saat terlihat kondensasi pelarut sudah berhenti, dipindahkan labu dari penangas air. Lalu didinginkan di dalam desikator selama tiga puluh menit (keadaan kering dan ditimbang sampai diperoleh berat tetap) Lalu dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Jumlah minyak dan lemak dalam sampel :

$$\text{Kadar minyak dan lemak (mg /L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{mL Sampel}}$$

Keterangan:

A = adalah berat labu + ekstrak, mg;

B = adalah berat labu kosong, mg.

#### 5. *Total Suspended Solid (TSS)*

Metode Gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3.2004

- a. Penyaringan dengan peralatan vakum, dibasahi saringan dengan sedikit air suling
- b. Diaduk sampel uji dengan pengaduk berupa magnetik sampai homogen
- c. Diambil menggunakan pipet sampel uji yang ada, hal ini dilakukan pada saat sampel uji diaduk dengan pengaduk magnetik
- d. Dicuci kertas saring dengan 3 x 10 ml air suling lalu dibiarkan kering sempurna dan kemudian dilanjutkan dengan proses vakum selama 3 menit hingga mencapai kering sempurna
- e. Dipindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaringan dan dipindahkan pada wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Dipindahkan cawan Gooch dari rangkaiannya
- f. Dikeringkan di dalam oven kurang lebih selama 1 jam pada suhu 103°C-105°C, lalu didinginkan didalam desikator untuk menyeimbangkan suhu lalu ditimbang
- g. Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg
- h. Lalu dilalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Sampel.mL}}$$

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg).

#### 6. Ammonia

Metode Spektrofotometer secara fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005

- a. Ditambahkan 0,1 ml sampel dalam tabung uji yang berisi reagen pengencer untuk uji nitrogen amonia rentang tinggi
- b. Persiapan blanko, ditambahkan 0,1 ml air bebas amonia ke dalam tabung uji yang berisi reagen pengencer untuk uji nitrogen amonia rentang tinggi
- c. Ditambahkan kandungan tersebut dengan satu bantal amonia salisilat reagen bubuk untuk sampel 5 ml pada tiap botol
- d. Ditambahkan isi satu bantal amonia sianurat bubuk reagen ke setiap botol
- e. Tutup botol dengan erat dan dikocok perlahan untuk melarutkan bubuk. Ditekan Timer > OK, masa reaksi 20 menit akan dimulai
- f. Setelah masa menunggu berakhir, dibersihkan blankonya dan dimasukkan ke dalam dudukan sel bundar 16 mm
- g. Ditekan Zero, maka display akan menampilkan 0.0 mg/L NH<sub>3</sub>-N
- h. Dibersihkan botol sampel dan dimasukkan ke dalam dudukan sel bundar 16 mm
- i. Ditekan Read, hasil akan menunjukkan pada mg/L NH<sub>3</sub>-N tertentu

#### 7. Derajat keasaman (pH)

Metode pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004

- a. Dilakukan kalibrasi alat PH meter memakai larutan penyangga sesuai dengan instruksi kerja alat yang digunakan setiap kali akan dilakukan pengukuran

- b. Dikeringkan dengan kertas tisu dan kemudian elektroda dibilas dengan air aquades. Lalu dibilas elektroda dengan air sampel
- c. Dichelupkan elektroda ke dalam sampel uji hingga PH meter menunjukkan pembacaan tetap
- d. dicatat hasil yang tertera pada layar tampilan PH meter

