

**EVALUASI PENERAPAN PROGRAM INSTALASI  
PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL  
GAMPONG PEUNAYONG, BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Oleh :

**SYAMSUD DHUHA**

**NIM. 150702115**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM - BANDA ACEH  
2020 M / 1441 H**

**EVALUASI PENERAPAN PROGRAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) KOMUNAL GAMPONG PEUNAYONG, BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh

**SYAMSUD DHUHA**

**NIM. 150702115**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

جامعة الرانيري

AR-RANIRY

Pembimbing I



**Aulia Rohendi, S.T.,M.Sc.**

NIDN: 2010048202

Pembimbing II



**Adian Aristia Anas, S.T.,M.Sc.**

NIDN: 2022108701

**EVALUASI PENERAPAN PROGRAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) KOMUNAL GAMPUNG PEUNAYONG, BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

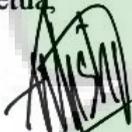
**Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Studi Sarjana (S-1)  
Dalam Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal:

29 Januari 2020 M  
4 Jumadil Akhir 1441 H

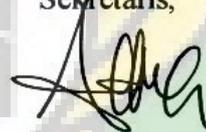
Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir

Ketua,



Aulia Rohendi, M.Sc.  
NIDN. 2010048202

Sekretaris,



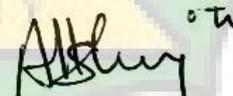
Adian Aristia Anas, M.Sc.  
NIDN. 2022108701

Penguji I,



Yeggi Darnas, M.T.  
NIDN. 2020067905

Penguji II,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc  
NIDN. 0122057502

**Mengetahui,**

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



Dr. Azhar Amsal M.Pd *k*  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsud Dhuha  
NIM : 150702115  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Tahun Akademik : 2019/2020

Dengan ini menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**EVALUASI PENERAPAN PROGRAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL GAMPONG PEUNAYONG, BANDA ACEH**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Banda Aceh, 29 Januari 2020

Yang Menyatakan,



Syamsud Dhuha

## ABSTRAK

# EVALUASI PENERAPAN PROGRAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL GAMPONG PEUNAYONG, BANDA ACEH

Oleh

**Syamsud Dhuha**

**NIM. 150702115**

**(Program Studi Teknik Lingkungan)**

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Gampong Peunayong merupakan salah satu IPAL komunal yang sudah beroperasi selama kurang lebih 2 tahun di Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong, bagaimana manajemen operasional IPAL komunal dan kualitas efluen IPAL komunal berdasarkan baku mutu limbah cair domestik. Penelitian ini menggunakan metode *mixed method*. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara langsung secara mendalam (*purposive sampling*) dan mengamati kondisi eksisting. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil uji sampel air limbah domestik pada *inlet* dan *outlet* IPAL komunal di labotarorium. IPAL komunal tersebut menggunakan sistem biologis dengan proses biofilter anaerobik dan kondisi eksisting tidak sepenuhnya sesuai dengan DED. Hasil wawancara dengan beberapa narasumber, disimpulkan bahwa operasional dan pemeliharaan IPAL komunal belum sepenuhnya optimal. Dari hasil pengujian sampel pada dua hari yaitu Minggu dan Senin, untuk setiap parameter adalah pH 6,93 dan 6,94, BOD 26,2 dan 36,1 mg/L, COD 171,8 dan 172,5 mg/L, TSS 28 dan 24 mg/L, Amonia 0,887 dan 0,852 mg/L, Minyak dan Lemak 0,2 dan 0,2 mg/L dan Koliform Total 460 dan 1100/100ml. Artinya untuk parameter BOD (Senin) dan COD tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Efisiensi penurunan parameter TSS yaitu 78,13% (Minggu) dan 78,76% (Senin) dan efisiensi Minyak dan Lemak yaitu 0%. Oleh karena itu, kinerja dari IPAL komunal belum sepenuhnya optimal.

Kata Kunci: IPAL komunal, Limbah cair domestik, Biofilter anaerobik.

## **ABSTRACT**

### **PROGRAM IMPLEMENTATION EVALUATION OF COMMUNAL WASTE WATER TREATMENT PLANT (WWTP) GAMPONG PEUNAYONG, BANDA ACEH**

By

**Syamsud Dhuha**

**NIM. 150702115**

**(Environmental Engineering Study Program)**

*WasteWater Treatment Plant (WWTP) of Peunayong Village is one of the communal WWTPs that has been operating for approximately 2 years in Banda Aceh. This study aims to determine the existing condition of the Peunayong Village communal WWTP, how are the operational management of the communal WWTP and the effluent quality of the communal WWTP base on the domestic wastewater quality standards. This study uses a mixed method. Qualitative data obtained through in-depth interviews (purposive sampling) and observe the existing conditions. Whereas quantitative data were obtained from the results of domestic wastewater sample tests at the communal WWTP inlet and outlet in the laboratory. The communal WWTP uses a biological system with anaerobic biofilter process and the existing conditions are not fully in accordance with the DED. The results of Interviews from several informants concluded that the operation and maintenance of communal WWTPs were not yet optimal. From the samples testing results on Sunday and Monday, for each parameter are pH 6.93 and 6.94, BOD 26.2 and 36.1 mg / L, COD 171.8 and 172.5 mg / L, TSS 28 and 24 mg / L, Ammonia 0.887 and 0.852 mg / L, Oil and Fat 0.2 and 0.2 mg / L and Total Coliform 460 and 1100 / 100ml. That mean the BOD (Monday) and COD parameters do not meet the quality standards set by the government. The efficiency of TSS decreases is 78.13% (Sunday) and 78.76% (Monday) and the efficiency of Oil and Fat is 0%. Therefore, the performance of the communal WWTP is not yet optimal.*

*Keywords: communal WWTP, domestic liquid waste, anaerobic biofilter.*

## PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat di tulis sebagai berikut:

Dhuha, S. (2019): Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh, Skripsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Memperbayak atau menerbitkan sebagian atau seluruh naskah ini harus sepengetahuan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan seizin Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kepada Allah SWT pengatur alam semesta, karena rahmat-Nyalah penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh**”. Shalawat beriring salam penyusun sampaikan kepada junjungan kita Rasulullah SAW. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan Pendidikan Strata I Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Dalam penulisan tugas akhir ini penyusun banyak mendapatkan bantuan, saran, dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah banyak memberi dukungan baik secara materi, kasih sayang, nasehat dan lainnya
2. Ibu Eriawati M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan perkuliahan.
3. Ibu Yeggi Darnas, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan yang banyak memberi masukan dalam menyelesaikan perkuliahan.
4. Bapak Dr Abd Mujahid Hamdan, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah bayak memerikan motivasi, saran dan inisiatif dalam menyelesaikan permasalahan sewaktu masa perkuliahan
5. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penyusun selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Adian Arista Anas, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penyusun selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen khususnya Jurusan Teknik Lingkungan yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna

8. Bapak Keuchik dan para staf kerjanya yang telah membatu memberikan izin dalam melakukan penelitian
9. Para staf kerja di KOTAKU yang telah bayak memerikan informasi tentang data-data yang diperlukan penyusun
10. Teman–teman seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan Angkatan 2015, yang telah banyak berdiskusi dan bekerjasama dengan penyusun selama masa pendidikan
11. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya yang telah membantu penyusun.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan isi dan penyajian di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banda Aceh, Januari 2020  
Penyusun,

Syamsud Dhuha

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>vivi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	4
1.5    Batasan Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1    Limbah Cair .....	5
2.1.1    Limbah Cair Domestik .....	5
2.1.2    Karakteristik Limbah Cair Domestik .....	6
2.1.3    Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	9
2.2    Sanitasi Berbasis Lingkungan.....	10
2.3    Teknologi Pengolahan Limbah Cair Domestik .....	12
2.4    Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik.....	15
2.5    Dasar Hukum yang Terkait dengan IPAL Komunal Domestik.....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1    Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	21
3.2    Waktu dan Lokasi Penelitian .....	23

3.3	Metode dan Prosedur Penelitian.....	24
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.5	Cara Pengambilan Sampel Air Limbah.....	26
3.6	Pengolahan dan Analisis Data.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>29</b>
4.1	Deskripsi Gambaran Umum Topografi Daerah Penelitian.....	29
4.2	Kondisi Eksisting IPAL Komunal.....	30
4.3	Sistem Pengelolaan IPAL Komunal.....	36
4.3.1	Aspek Kelembagaan.....	37
4.3.2	Aspek Operasional dan Pemeliharaan.....	38
4.3.3	Aspek Pembiayaan.....	38
4.4	Hasil Uji Parameter Air Limbah IPAL Komunal.....	39
4.4.1	Analisis Inlet IPAL Komunal.....	39
4.4.2	Analisis Outlet IPAL Komunal.....	42
4.4.3	Analisis Efisiensi IPAL Komunal dalam Mengolah Air Limbah Domestik.....	50
4.5	Redesain IPAL Komunal.....	50
4.5.1	Debit Air Limbah.....	54
4.5.2	Kapasitas Unit Pengolahan/Imhoff Tank.....	55
4.5.3	Kriteria Perencanaan.....	58
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan.....	65
5.1	Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>71</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

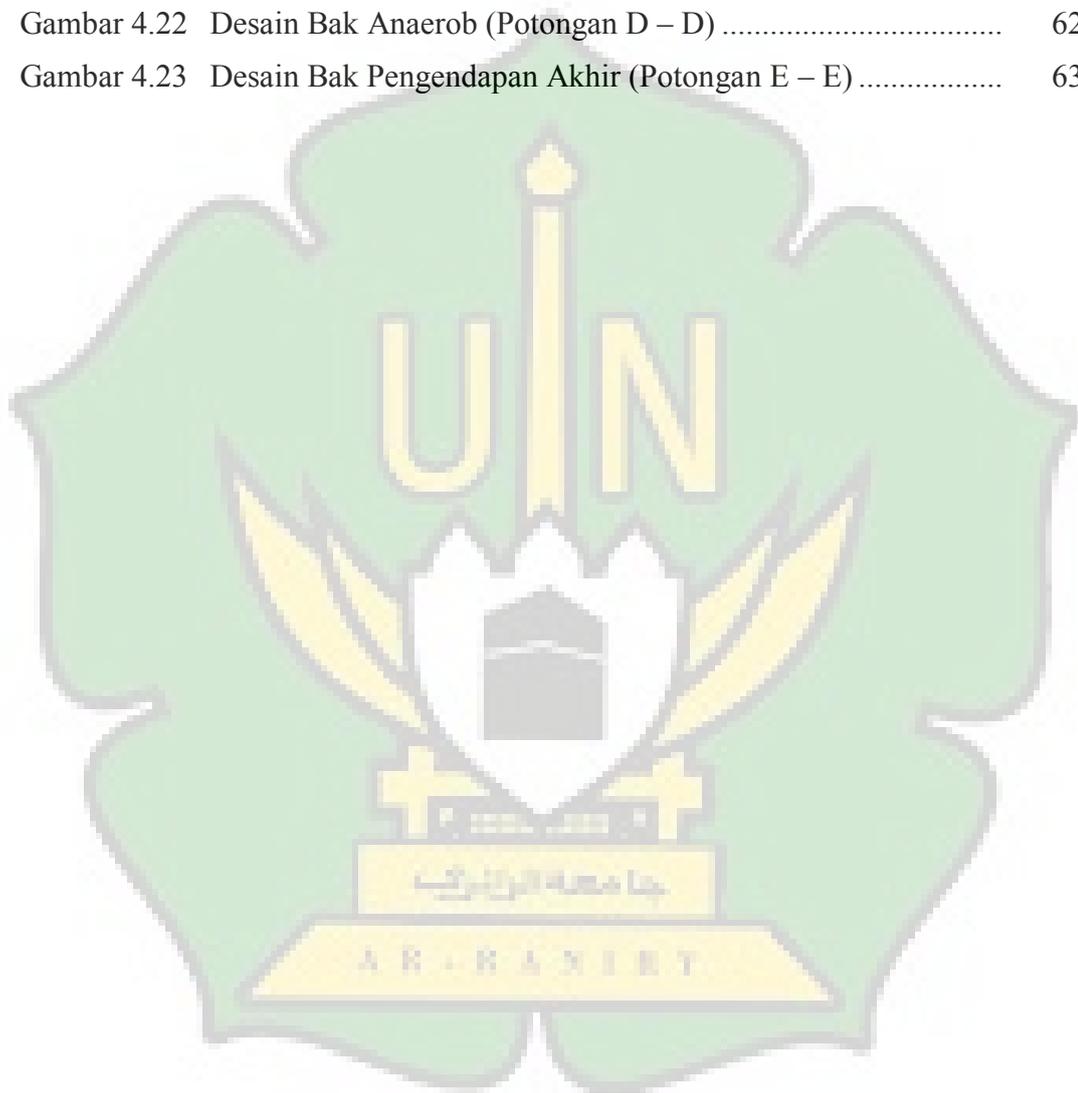
Lampiran A Diagram Alir Penelitian.....	72
Lampiran B Tahapan Uji Laboratorium.....	73
Lampiran C Pedoman Wawancara.....	85
Lampiran D Desain IPAL Komunal Gampong Peunayong.....	86
Lampiran E Jadwal Penelitian.....	86
Lampiran F Hasil Dokumentasi.....	89
Lampiran G Hasil Uji Laboratorium.....	93



## DAFTAR GAMBAR

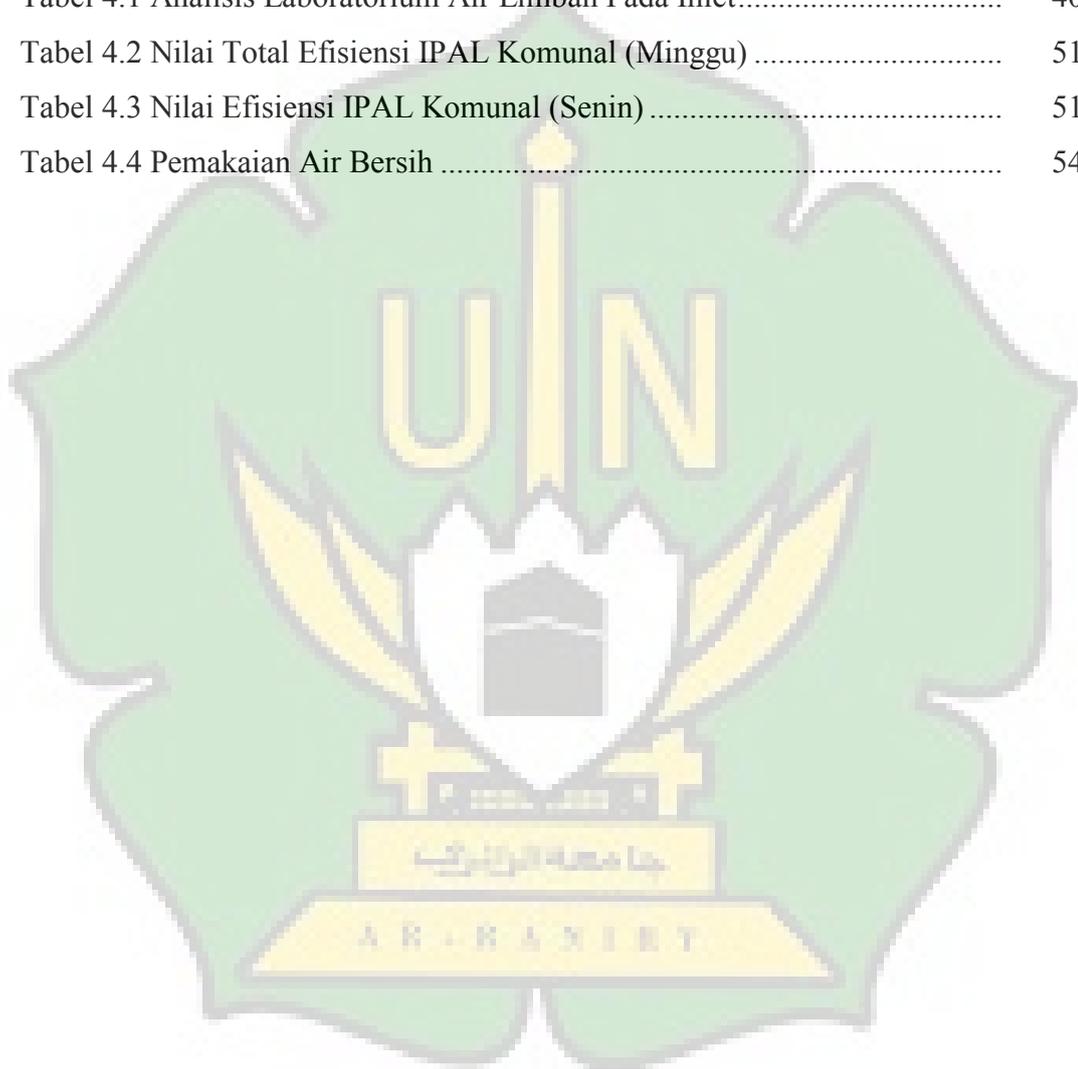
Gambar 2.1	Komposisi Limbah Cair Domestik.....	7
Gambar 2.2	Model IPAL Sistem Upflow Anaerobic Filter .....	14
Gambar 2.3	Tipikal Unit Pengolahan UASB .....	14
Gambar 2.4	Jenis Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter.....	17
Gambar 2.5	Ilustrasi Biofilter Anaerobik Satu Kompartemen.....	17
Gambar 2.6	Ilustrasi Biofilter Aerobik Satu Kompartemen.....	18
Gambar 2.7	Ilustrasi Biofilter Aerobik dan Anaerobik Satu Kompartemen ...	18
Gambar 2.8	Jenis-Jenis Media Biofilter .....	19
Gambar 3.1	Peta Gampong Peunayong.....	22
Gambar 3.2	Peta Titik Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 3.3	Contoh Lokasi Pengambilan Sampel Setelah IPAL.....	24
Gambar 4.1	IPAL Komunal Gampong Peunayong.....	30
Gambar 4.2	Jaraingan Perpipaan yang Tersambung dengan Perumahan ....	31
Gambar 4.3	Detail Engineering Desains (DED) Bak Manhole.....	32
Gambar 4.4	Bak Grease Trap .....	33
Gambar 4.5	Detail Engineering Desains (DED) Bak Grease Trap .....	34
Gambar 4.6	Detail Engineering Desains (DED) Tangki Imhoff.....	35
Gambar 4.7	Struktur Organisasi KSM Kelapa .....	37
Gambar 4.8	Grafik Nilai pH IPAL Komunal .....	42
Gambar 4.9	Grafik Nilai BOD IPAL Komunal .....	43
Gambar 4.10	Grafik Nilai COD IPAL Komunal .....	45
Gambar 4.11	Grafik Nilai TSS IPAL Komunal .....	46
Gambar 4.12	Grafik Nilai Amonia IPAL Komunal .....	47
Gambar 4.13	Grafik Nilai Minyak dan Lemak IPAL Komunal.....	48
Gambar 4.14	Grafik Nilai Total Coliform IPAL Komunal.....	49
Gambar 4.15	Desain Bak Pemisah Lemak, Bak Pengendapan Awal, Bak Anaerob dan Bak Pengendapan Akhir (Letak Potongan).....	56
Gambar 4.16	Desain Bak Pemisah Lemak, Bak Pengendapan Awal, Bak Anaerob dan Bak Pengendapan Akhir (Tampak Atas) .....	56

Gambar 4.17 Kontruksi Penyangga Media .....	57
Gambar 4.18 Desain Unit Pengolahan (Potongan A – A).....	57
Gambar 4.19 Desain Bak Pengumpul Air Limbah.....	58
Gambar 4. 20 Desain Bak Pemisah Lemak (Potongan B – B).....	59
Gambar 4.21 Desain Bak Pengendapan Awal (Potongan C – C) .....	61
Gambar 4.22 Desain Bak Anaerob (Potongan D – D) .....	62
Gambar 4.23 Desain Bak Pengendapan Akhir (Potongan E – E) .....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik .....	6
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik .....	9
Tabel 4.1 Analisis Laboratorium Air Limbah Pada Inlet.....	40
Tabel 4.2 Nilai Total Efisiensi IPAL Komunal (Minggu) .....	51
Tabel 4.3 Nilai Efisiensi IPAL Komunal (Senin) .....	51
Tabel 4.4 Pemakaian Air Bersih .....	54



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	2
DED	<i>Detail Engineering Design</i>	3
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	5
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>	5
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	5
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	5
MCK	Mandi, Cuci dan Kakus	14
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>	15
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>	15
KSM	Kelompok Swadaya Masyarakat	17
SPALD	Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik	22
SR	Sambungan Rumah	24
KOTAKU	Kota Tanpa Kumuh	28
BPS	Badan Pusat Statistik	28
SANIMAS IDB	Sanitasi Berbasis Masyarakat <i>Islamic Development Bank</i>	33
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara	42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap kegiatan industri, pertanian ataupun domestik akan menghasilkan limbah cair. Limbah cair domestik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *grey water* dan *black water*. *Grey water* bersumber dari hasil proses cucian dan kamar mandi, yang di Indonesia biasanya tidak diolah diolah tetapi langsung dibuang ke drainase ataupun badan air penerima. Sedangkan *black water* yang bersumber dari dari tinja pada umumnya ditampung dalam tangki septik. Pada dasarnya, lingkungan memiliki sifat atau kemampuan dalam menguraikan polutan yang terdapat di dalam limbah cair dengan syarat limbah cair yang dibuang dalam skala kecil. Bila dalam skala besar, maka akan mengakibatkan permasalahan yang signifikan. Pertumbuhan penduduk terutama di wilayah perkotaan Indonesia yang begitu cepat berpotensi memberikan dampak yang begitu buruk terhadap kualitas lingkungan. Limbah cair apabila dibuang tidak melalui tahapan pengolahan maka dapat mencemari lingkungan, misalnya pada sumber air baku seperti air tanah maupun air permukaan. Terdapat berbagai kendala dalam penyelenggaraan pengelolaan air limbah permukiman di Indonesia, baik dalam aspek peraturan perundangan, peran serta masyarakat, pembiayaan, institusi serta aspek teknis (Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2008).

Kandungan limbah cair domestik yang paling dominan adalah bahan organik yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Sekitar 60% sampai 70% air yang dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan hidup oleh masyarakat terbuang menjadi air limbah, air limbah tersebut akan terbuang ke dalam badan air penerima (Supradata, 2005). Biota-biota yang ada di dalam perairan pasti akan terganggu jika air limbah domestik tersebut terus-terusan dibuang ke lingkungan (sungai) tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, bahkan biota tersebut dapat mengalami kematian.

Penggunaan bahan pembersih sintesis/buatan seperti deterjen semakin marak digunakan oleh masyarakat baik di kota maupun di desa. Kandungan bahan utama pembersih sintetis (deterjen) adalah fosfat. Air limbah dengan kandungan fosfat yang sangat tinggi apabila mencemari badan air maka akan menyebabkan peningkatan alga dan organisme lainnya di dalam perairan tersebut (eutrofikasi). Kecenderungan wilayah pemukiman kota besar di Indonesia relatif terkonsentrasi dalam kompleks-kompleks perumahan sehingga memudahkan dalam proses pengelolaan limbah cair dengan sistem terpadu. Apalagi sekarang banyak tersedia Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang bisa dijadikan salah satu alternatif dalam menangani limbah cair domestik.

Salah satu solusi pengolahan limbah cair domestik yang bisa dilakukan ialah dengan sistem IPAL komunal. Pengolahan air limbah secara komunal merupakan pengolahan limbah yang terfokus pada satu wilayah yang mencakup satu dusun ataupun satu kampung. Pembangunan dan penerapan IPAL komunal di Banda Aceh dimulai pada tahun 2017 sampai dengan sekarang ada 20 unit IPAL komunal yang sudah dibangun dari rencana 44 unit (Agus, 2018). Beberapa IPAL komunal yang telah dibangun pada Kota Banda Aceh adalah di kawasan padat penduduk dan termasuk daerah kumuh, salah satunya di Gampong Peunayong, Kecamatan Kuta Alam. Kepadatan penduduk di Gampong Peunayong tiap tahunnya semakin meningkat dan membuat pelayanan sanitasi tidak berbanding lurus dengan kepadatan penduduk tersebut. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Peunayong merupakan salah satu IPAL komunal yang sudah beroperasi selama kurang lebih 2 tahun di Banda Aceh.

Untuk mengetahui apakah program tersebut telah tepat sasaran dan berhasil diterapkan dalam masyarakat, maka diperlukan evaluasi. Pada penelitian ini akan dilakukan tahapan analisis kondisi eksisting guna untuk menentukan apakah kondisi eksisting sesuai dengan *Detail Engineering Design* (DED). Selanjutnya peneliti mencoba mengevaluasi manajemen operasional IPAL komunal. Kemudian pada IPAL komunal ini juga belum pernah dilakukan pengujian kualitas influen maupun efluen, sehingga perlu dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa parameter air limbah tidak melebihi baku mutu limbah cair

domestik. Dari uraian di atas, maka peneliti mengangkat judul "Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh".

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang di atas sebagai berikut :

1. Apakah kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong sudah sesuai dengan *Detail Engineering Design* (DED) IPAL komunal?
2. Bagaimana manajemen operasional IPAL komunal Gampong Peunayong tersebut?
3. Bagaimana kualitas efluen IPAL komunal Gampong Peunayong, apakah sudah sesuai dengan baku mutu limbah cair domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dapat diambil dari latar belakang di atas sebagai berikut :

1. Untuk dapat mengetahui kesesuaian kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong dengan *Detail Engineering Design* (DED) IPAL komunal.
2. Untuk dapat mengetahui bagaimana manajemen operasional IPAL komunal Gampong Peunayong.
3. Untuk dapat mengetahui kualitas efluen IPAL komunal Gampong Peunayong, apakah sudah sesuai dengan baku mutu limbah cair domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat di ambil dari latar belakang di atas sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kesesuaian kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong dengan *Detail Engineering Design* (DED) yang telah direncanakan sebelum IPAL komunal ini didirikan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagaimana manajemen operasional yang telah diterapkan pada IPAL komunal Peunayong tersebut.
3. Memberikan informasi mengenai bagaimana kualitas air limbah hasil pengolahan dari IPAL komunal Gampong Peunayong berdasarkan baku mutu limbah cair domestik dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016.
4. Penelitian ini dapat menjadi acuan ataupun pertimbangan dalam pembangunan IPAL komunal ke depannya.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas maka peneliti memfokuskan penelitian ini hanya pada pengamatan pada kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong dengan *Detail Engineering Design* (DED) IPAL komunal. Evaluasi manajemen operasional IPAL komunal Peunayong yang ditinjau adalah aspek kelembagaan, operasional dan pembiayaan. Uji kualitas air limbah sebelum dan setelah dilakukan pengolahan pada IPAL komunal Peunayong. Parameter air limbah yang diuji adalah pH, COD, BOD, *Total Coliform*, TSS, Amonia, Minyak dan Lemak. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Peunayong yang dijadikan lokasi penelitian ini berada di Dusun Cendrawasih, Lorong Kelapa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cair**

##### **2.1.1 Limbah Cair Domestik**

Limbah adalah hasil dari buangan makhluk hidup yang telah tidak layak terpakai baik itu fisik, kimia, maupun biologis. Air limbah berupa hasil dari ekskresi manusia yang mengandung terutama yang bahan yang berbahaya oleh karena itu harus dikelola dan dilakukan pengolahan dengan baik (Feacham et al, 1983 dalam Muqorrobin, 2011:6).

Limbah cair domestik, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 pada Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan bahwasanya pada Pasal 1 ayat 1, “air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama”.

Limbah cair domestik menurut Notoatmodjo (2003:170), merupakan air yang sudah terkontaminasi yang bersumber dari perumahan warga. Limbah cair tersebut berasal dari hasil air bekas cucian dapur, air seni dan kamar mandi/toilet. Limbah cair domestik dapat menurunkan kualitas lingkungan apabila dibuang ke alam bebas tanpa dikelola dengan baik. Dapat diketahui dari parameter biologis, fisik dan kimia. Secara biologis dapat diketahui, apakah limbah cair domestik mengandung bakteri seperti bakteri *E.coli*. Kualitas limbah cair secara fisik dapat diketahui dari kadar suhu, kekeruhan dll, sedangkan kualitas limbah cair secara kimia dapat diketahui kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang terkandung di dalam limbah cair tersebut.

### 2.1.2 Karakteristik Limbah Cair Domestik

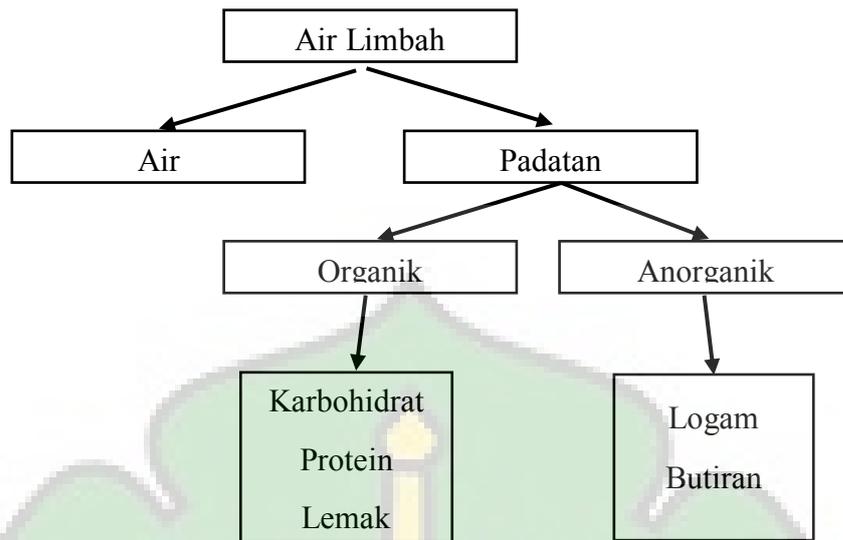
Karakteristik limbah cair domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik

Jenis Pencemar	Unit	Konsentrasi		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Padatan total (TS)	mg/L	350	720	1200
Padatan terlarut (TDS)	mg/L	250	500	850
Padatan tersuspensi (TSS)	mg/L	100	220	350
<i>Settleable solids</i>	mg/L	5	10	20
BOD <sub>5</sub>	mg/L	110	220	400
Organik karbon total (TOC)	mg/L	80	160	290
COD	mg/L	250	500	1000
Nitrogen total (N)	mg/L	20	40	85
• Organik		8	15	35
• Amoniak bebas		12	25	50
• Nitrit		0	0	0
• Nitrat		0	0	0
Fosfor total (P)	mg/L	4	8	15
• Organik		1	3	5
• Inorganik		3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	100
Sulfat	mg/L	20	30	50
Alkalinitas, sebagai CaCO <sub>3</sub>	mg/L	50	100	200
Lemak	mg/L	50	100	150
Koliform total	No./100m	10 <sup>6</sup> -	10 <sup>7</sup> -	10 <sup>7</sup> -
VOCs	mg/L	< 100	100 – 400	> 400

(Sumber: Lampiran I Peraturan MENLH No. 01 Tahun 2010)

Komposisi limbah cair domestik yang berupa padatan terbagi menjadi komposisi organik dan anorganik, sedangkan yang lainnya berupa cairan. Bagan komposisi limbah cair domestik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komposisi Limbah Cair Domestik  
(Sumber: Ignasius, 1999)

Menurut Puji Rahmi (2012), karakteristik air limbah domestik terdiri dari tiga yaitu sebagai berikut:

- 1) Karakteristik Fisik
  - a. Padatan (*solid*)

Padatan terdiri dari anorganik dan organik yang bisa larut, tersuspensi ataupun mengendap. Terjadinya pendakalan pada badan air penerima atau sungai salah satu faktor penyebabnya ialah banyak padatan yang terdapat pada limbah cair. Material tersuspensi secara kuantitas maupun kualitas bisa mengakibatkan penurunan tingkat kejernihan air dan dapat menghalangnya sinar matahari yang masuk ke dalam badan air. Kandungan TSS (*Total Suspended Solid*) dalam badan air dapat menunjukkan konsentrasi lebih tinggi pada nutrien, pestisida, bakteri maupun logam di dalam air.

- b. Kekeruhan (*turbidity*)

Kekeruhan dapat membatasi pencahayaan yang masuk kedalam perairan tersebut. Kekeruhan itu terjadi apabila, banyaknya koloid, zat-zat organik, lumpur, jasad renik, tanah, dan benda-benda lain.

## 2) Karakteristik Kimia

### a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Pengujian BOD adalah salah satu pengujian yang paling sering dilakukan pada pengolahan limbah cair. Apabila terdapat kandungan oksigen yang sangat cukup di dalam air limbah maka dari itu akan memudahkan mikroorganisme atau bakteri aerobik dalam menguraikan polutan/limbah cair. Untuk perencanaan pembangunan (desain) pengolahan limbah cair domestik ataupun limbah cair industri maka di perlukan tingkat konsentrasi BOD maupun COD dll di dalam air limbah tersebut.

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

Dalam penentuan seberapa banyak oksigen yang diperlukan dalam mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi perlu di lakukan analisis COD. Hasil analisis COD menunjukkan seberapa tingginya atau rendahnya kandungan senyawa organik yang terdapat di dalam limbah. Nilai COD dan BOD ialah salah satu ukuran ataupun indikator dalam penentuan apakah limbah cair tersebut tercemar dengan zat organik.

### c. Minyak dan Lemak

Minyak ialah lemak yang bersifat cair. Keduanya memiliki komponen utama hidrogen dan karbon memiliki sifat yang tidak akan larut dalam air. Sifat lainnya yaitu relatif lebih stabil, tidak mudah bakteri dalam proses penguraiannya.

### d. pH (Derajat Keasaman)

Untuk pH yang konsentrasinya tinggi maka bersifat asam dan jika pH konsentrasinya rendah maka bersifat basa. pH yang normal adalah 7.

### e. Amonia

Salah satu sumber amonia adalah hasil dari penguraian zat organik. Secara alami proses perombakan amonia menjadi nitrat diuraikan oleh mikroorganisme (bakteri) pada kondisi anaerob. Amonia merupakan salah satu indikator bahwasanya di dalam badan air (sungai) tersebut telah tercemar (Taras, 1971). Amonia yang terdapat pada badan air dapat menyebabkan perubahan pada fisik badan air tersebut contohnya perubahan

warna pada air, air menjadi bau. Selain itu, jika suatu badan air sudah tercemar amonia maka dapat menyebabkan korosifitas pada pipa logam (Sutrisno & dkk, 2004).

### 3) Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi merupakan salah satu indikator dalam penentuan limbah cair tersebut terdapat patogen. Bakteri *coliform* atau *coliform fekal* merupakan bakteri indikator dalam penentuan apakah limbah cair tersebut telah tercemar oleh patogenik. Bakteri *coliform fekal* merupakan bakteri indikator pencemaran, dikarenakan oleh koloni bakteri tersebut dapat berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen yang lainnya. Contoh bakteri *coliform* ialah, *Escherichia coli* (*E. coli*) dan *Enterobacter aerogenes*. Jadi, semakin sedikit bakteri *coliform* yang terdapat di badan air, artinya kualitas air tersebut semakin baik (Suriaman & Juwita, 2008).

#### 2.1.3 Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	pH	-	6 – 9
2.	BOD	mg/L	30
3.	COD	mg/L	100
4.	TSS	mg/L	30
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	5
6.	Amonia	mg/L	10
7.	<i>Total Coliform</i>	Jumlah/100mL	3000
8.	Debit	L/orang/hari	100

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016)

## 2.2 Sanitasi Berbasis Lingkungan

Sanitasi lingkungan pada hakikatnya merupakan suatu kondisi dimana lingkungan yang normal (alami) sangat berpengaruh baik/positif terhadap status kesehatan makhluk hidup yang ada di lingkungan tersebut. Kesehatan Lingkungan memiliki ruang lingkup yang mencakup beberapa unsur adalah sebagai berikut:

- Perumahan,
- Pembuangan kotoran manusia (tinja),
- Penyediaan air bersih,
- Pembuangan sampah,
- Pembuangan air kotor (air limbah),
- Rumah hewan ternak (kandang) dan sebagainya (Anwar, 1997).

Sanitasi merupakan suatu usaha dalam kesehatan manusia yang menitik beratkan pada pengawasan terhadap berbagai faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap derajat kesehatan manusia itu sendiri (Azwar, 2007). Secara konsep dasar, sistem sanitasi yang sesuai tersebut bersifat komunal, terpadu dan terpusat, sehingga dalam sistem pengelolaannya sesuai apa yang diinginkan. Melalui IPAL, masyarakat kota tidak perlu lagi membuang limbah cairnya secara sembarangan dengan begitu tentunya masyarakat juga merasakan dampak positif dari hal tersebut sehingga bisa merasa kenyamanan.

Sanitasi dasar merupakan sanitasi minimum yang dibutuhkan masyarakat dalam menjaga lingkungan sehat yang sesuai dan memenuhi syarat kesehatan manusia (Azwar, 1996). Upaya sanitasi dasar meliputi penyediaan air bersih, pengelolaan sampah, pembuangan kotoran manusia dan pengelolaan air limbah. Kurangnya pemahaman akan sanitasi yang baik pada suatu permukiman maka dibutuhkan suatu sistem sanitasi bersifat terpadu yang diperuntukkan bagi masyarakat dengan keterbatasan lahan perumahan. Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) dibuat secara terpadu yang digunakan untuk menampung kemudian mengolah air limbah domestik menjadi air bersih (Rhomaidi, 2008).

Menurut WHO (2005), sekitar 5 juta orang meninggal setiap tahun karena kurangnya sanitasi yang memadai dan sekitar 3 milyar orang tidak memiliki akses sanitasi yang memadai juga. Perubahan pada ekosistem dan timbulnya sejumlah masalah-masalah sanitasi disebabkan oleh perilaku yang kurang baik dari manusia itu sendiri (Astono, 2010).

Lingkungan dengan sanitasinya yang buruk bisa menjadi sumber vektor penyakit yang bisa mengganggu kesehatan manusia itu sendiri. Oleh karena itu yang menjadi tolak ukur dalam meningkatkan kesejahteraan itu adalah kebersihan sanitasi lingkungan (Setiawan, 2008). Mawardi dalam Riyadi (1984), menyatakan bahwa lingkungan adalah sesuatu yang berada disekitar manusia, secara lebih terperinci dapat dikategorikan dalam beberapa kelompok yaitu lingkungan fisik, lingkungan biologis dan lingkungan sosial.

Dokumen konsep kebijakan tersebut disiapkan pada program kerja WASPOLA (*Water Supply and Sanitation Policy Formulation and Action Planning*). Kebijakan utama yang tertuang pada dokumen tersebut mencakup beberapa hal adalah sebagai berikut :

- 1) Pilihan yang diinformasikan merupakan dasar dalam pendekatan tanggap kebutuhan;
- 2) Pembangunan yang ramah lingkungan merupakan upaya di dalam mengintegrasikan aspek-aspek lingkungan;
- 3) Program sanitasi seharusnya bisa memberikan stimulasi terhadap perilaku hidup sehat dan bersih dalam masyarakat;
- 4) Setiap warga masyarakat mempunyai hak yang sama dalam mendapatkan pelayanan sanitasi yang memadai, tak terkecuali masyarakat miskin;
- 5) Keterlibatan kaum perempuan dalam program sanitasi akan meningkatkan keberlangsungan sarana yang dibangun;
- 6) Peran pemerintah adalah sebagai fasilitator dalam memberdayakan masyarakat;
- 7) Semua aspek di atas harus terintegrasikan dengan peran serta masyarakat secara aktif pada tiap-tiap tahapan proses pembangunan sarana sanitasi;

- 8) Pembangunan sarana sanitasi harus memiliki sasaran yang benar dengan kerangka kerja tujuan yang jelas.

Berdasarkan kebijakan utama yang tertuang dalam dokumen diatas dapat jadi acuan dalam menyusun program pembangunan sanitasi yang mengikutsertakan partisipasi masyarakat, termasuk juga pada pembangunan sarana pengolahan air limbah komunal. Pada akhirnya tujuan yang diharapkan ialah perilaku hidup bersih dan sehat dalam masyarakat dapat terwujud (Sukarna, 2005: 125).

### **2.3 Teknologi Pengolahan Limbah Cair Domestik**

Menurut Kodoatie dan Sjarief (2005:174-175) di perkotaan sistem pengolahan limbah cairnya terbagi menjadi 2 (dua) yaitu Sistem pembuangan terpusat (*off site sanitation*) adalah sistem pembuangan di luar persil, sedangkan sistem pembuangan setempat (*on site sanitation*) yaitu fasilitas pembuangan air limbah yang berada di dalam persil pelayanan misal dengan tangki septik.

Pengolahan air limbah dengan sistem setempat di berlakukan dalam penanganan limbah cair domestik apabila suatu wilayah tidak memungkinkan untuk di layani oleh sistem individual ataupun terpusat. Setiap perumahan yang memiliki fasilitas MCK (Mandi, Cuci dan Kakus) pribadi harus terhubung atau terkoneksi dengan jaringan perpipaan air limbah kemudian untuk di alirkan menuju IPAL komunal (Rhomaidi, 2008). IPAL komunal dapat melayani sekitar 10 sampai dengan 100 rumah tangga bahkan bisa lebih dari pada itu akan tetapi apabila sistem IPAL komunal dengan kapasitas kecil hanya bisa melayani 2 sampai dengan 5 rumah tangga. Limbah cair hasil pengolahan (efluen) dapat di alirkan menuju sumur resapan ataupun juga dapat langsung di buang ke badan air penerima (sungai), apabila sudah memenuhi standar baku mutu lingkungan yang telah di tetapkan pemerintah.

Dalam pengolahan air limbah yang mengandung senyawa organik, pada umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses fisika-kimia. Proses biologis tersebut bisa dilakukan pada

kondisi aerob (dengan udara), maupun kondisi anaerob (tanpa udara), atau dengan kombinasi keduanya.

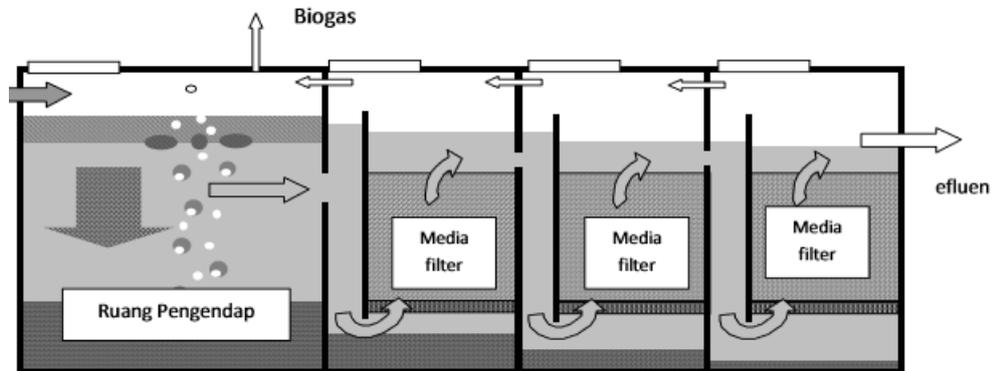
Pemanfaatan proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerobik di peruntukan air limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi, sedangkan proses pengolahan air limbah dengan sistem aerobik di peruntukan air limbah dengan konsentrasi BOD yang rendah. Air limbah sebelum dilakukan pembuangan ke pembuangan akhir atau badan air harus terlebih dahulu melalui proses pengelolaan. Dalam penerapan pengolahan air limbah domestik harus sesuai dengan persyaratan, antar lain sebagai berikut (Chandra, 2005):

1. Tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber-sumber air minum.
2. Tidak mengakibatkan pencemaran air permukaan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran terhadap air sungai, air untuk perikanan dan tempat-tempat rekreasi serta untuk kebutuhan dalam sehari-hari.
4. Tidak diinggapi oleh lalat, serangga dan tikus dan bukan menjadi tempat berkembangbiaknya berbagai bibit penyakit dan vektor penyakit.
5. Tidak boleh terbuka dan harus tertutup jika tidak diolah.
6. Tidak menimbulkan bau atau aroma tidak sedap

Berikut ini beberapa teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam pengolahan biologis limbah cair domestik secara komunal (Riolanda, 2017):

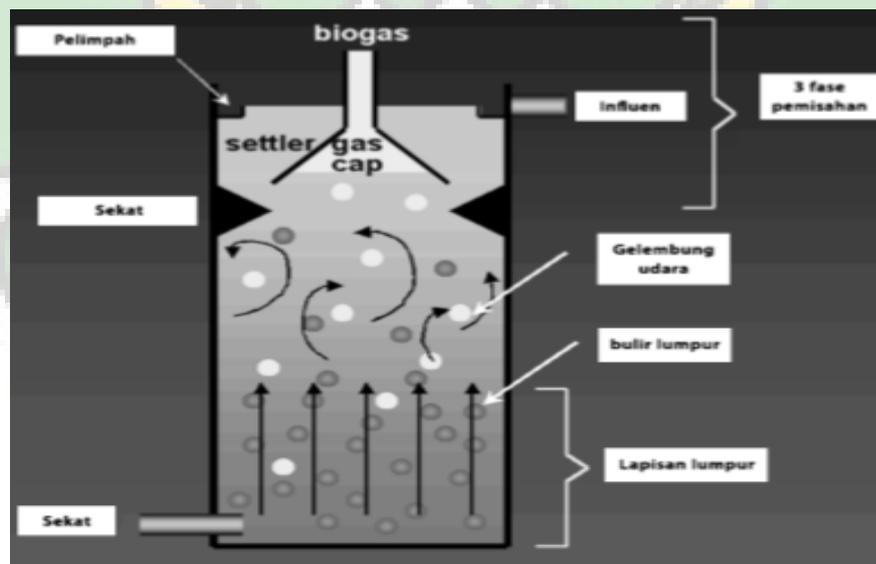
- 1) Tangki Septik merupakan bak yang berupa kedap air terbuat dari beton bertulang, *fibreglass*, PVC (*Polyvinyl chloride*). Diperuntukan dalam penampungan dan pengolahan limbah cair *black water* maupun *grey water*.
- 2) *Anaerobic Bafled Reactor* merupakan teknologi sistem tangki septik yang agak lebih maju. Deretan dinding penyekatnya memaksa limbah cair mengalir melewatinya. Pengolahan bisa jadi lebih baik hasilnya apabila adanya peningkatan waktu terhadap pengontakan dengan biomassa aktif.
- 3) Filter anaerobik merupakan suatu proses pengolahan limbah cair domestik yang terbuat dari satu ataupun dua kompartemen bisa bahkan lebih yang dipasangi dengan media filtrasi. Media filter ini terbuat dari sisa arang, kerikil, batok kelapa atau plastik, bambu yang dibentuk khusus. Limbah cair

yang masuk ke dalam IPAL dapat disebut juga (influen) kemudian pasti akan melewati proses pengendapan, setelah itu materi organik akan diuraikan oleh biomassa yang menempel pada media filter tersebut. Hasil olahannya dapat disebut efluen yang bisa langsung di buang ke sungai ataupun drainase.



Gambar 2.2 Model IPAL Sistem *Upflow Anaerobic Filter*  
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

- 4) Reaktor UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) berbentuk tangki tunggal, proses pengolahan air limbahnya dengan sistem mengalirkan air limbah ke bagian bawah reaktor kemudian naik ke atas.



Gambar 2.3 Tipikal Unit Pengolahan UASB

(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam penentuan pemilihan sistem pengolahan air limbah domestik menurut Pedoman Pengelolaan Air Limbah Perkotaan Departemen Kimpraswil tahun 2003 didasarkan pada beberapa faktor, sebagai berikut:

- 1) Tingkat kepadatan penduduk,
- 2) Sumber air yang sudah ada,
- 3) Tingkat kedalaman muka air tanah,
- 4) Sumber pendaan.

Dari beberapa faktor yang di jadikan bahan pertimbangan dalam pemilihan sistem pengolahan limbah cair domestik tersebut, sehingga bisa di tentukan apakah dengan sistem setempat atau sistem terpusat yang sesuai dalam penerapannya.

#### **2.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik**

Sistem komunal merupakan sistem yang digunakan secara bersama-sama oleh sekelompok masyarakat. Penggunaan sistem komunal bisa dilakukan untuk kawasan perkantoran, permukiman, fasilitas pemerintahan, gedung bertingkat dll. Perlunya sebuah kelembagaan untuk keberlangsungan dalam waktu jangka panjang. IPAL komunal baik di perkampungan ataupun perkotaan perlu adanya dibentuk lembaga KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) dalam mengelola fasilitas pengolahan air limbah tersebut.

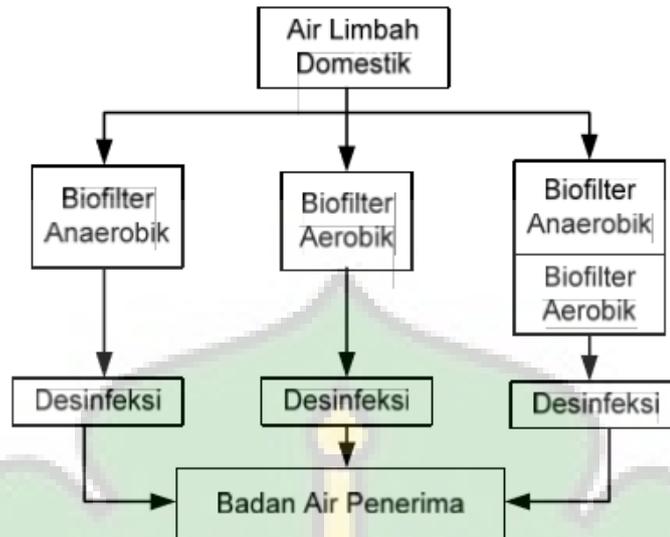
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal merupakan suatu proses pengolahan limbah cair domestik dengan sistem terpusat, yaitu terdapat bangunan-bangunan yang dijadikan sebagai tempat pemrosesan atau tempat pengolahan limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal agar lebih aman pada saat di alirkan ke badan air (Karyadi, 2010). MCK (Mandi, Cuci dan Kakus) yang terdapat pada tiap-tiap perumahan tersambung dengan sistem perpipaan limbah cair domestik yang kemudian di alirkan menuju IPAL komunal. IPAL komunal ini dapat melayani 10 sampai dengan 100 rumah bahkan bisa juga

lebih. Hasil olahan air limbah oleh IPAL komunal sudah bisa langsung di buang ke badan sungai ataupun ke drainase apabila hasil olahannya sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Pada Gampong Peunayong khususnya di Dusun Cendrawasih menggunakan sistem pengolahan limbah cair IPAL komunal biofilter. Proses biofilter adalah proses yang menggunakan reaktor biologis dalam pengolahan limbah cair domestik. Mikroorganisme yang menjadi pengurai limbah cair tersebut tumbuh dan berkembang sarta menempel pada permukaan media filtrasi (media penyangga), contoh media filtrasi ada yang terbentuk dari plastik dan ada juga dari batu (Said & Ruliasih, 2005). Polutan yang masuk ke dalam reaktor yang melewati media filter ataupun media biofilter kemudian diuraikan oleh mikroorganisme yang melekat di permukaan media biofilter menjadi produk respirasi yaitu  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

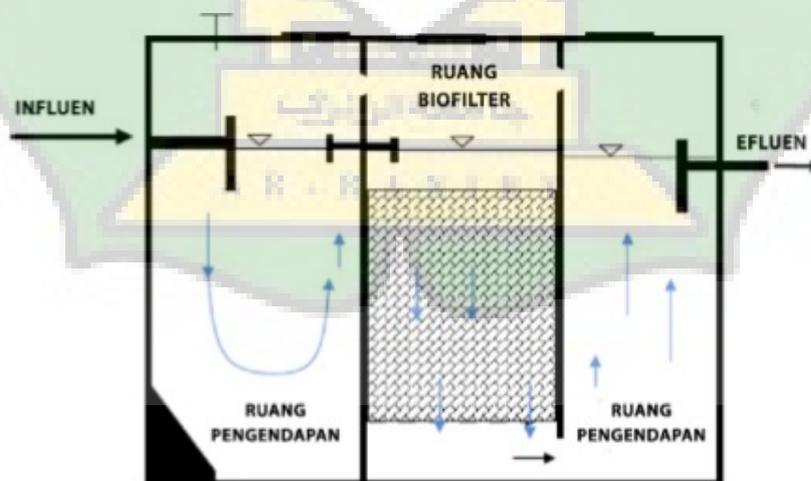
Media penyangga berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme/bakteri yang akan melapisi permukaan media dan membentuk lapisan massa yang tipis (biofilm) (Herlambang & Marsidi, 2003).

Sistem biofilter bisa diterapkan dengan proses aerobik (udara) dan anaerobik (tanpa udara). Sistem pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter bisa berupa bioreaktor tunggal atau dengan salah satu dari proses anaerobik maupun aerobik atau kombinasi keduanya (*Proses Hybrid*). Proses pengaliran limbah cair domestik melewati permukaan media bisa dilakukan secara *crossflow* kearah vertikal ataupun horisontal. Jenis pengolahan air limbah domestik dengan proses biofilter dapat dilihat pada Gambar 2.4.



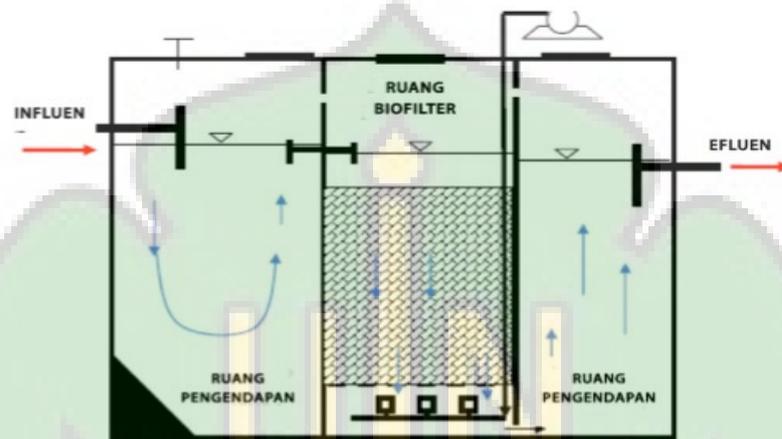
Gambar 2.4 Jenis Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter  
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Kualitas efluen biofilter anaerobik umumnya memiliki kandungan oksigen relatif rendah dan kadang berbau, sehingga masih harus dilakukan proses pengolahan lanjutan antara lain dengan proses aerasi atau kolam sanita (*wetland*) (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017).



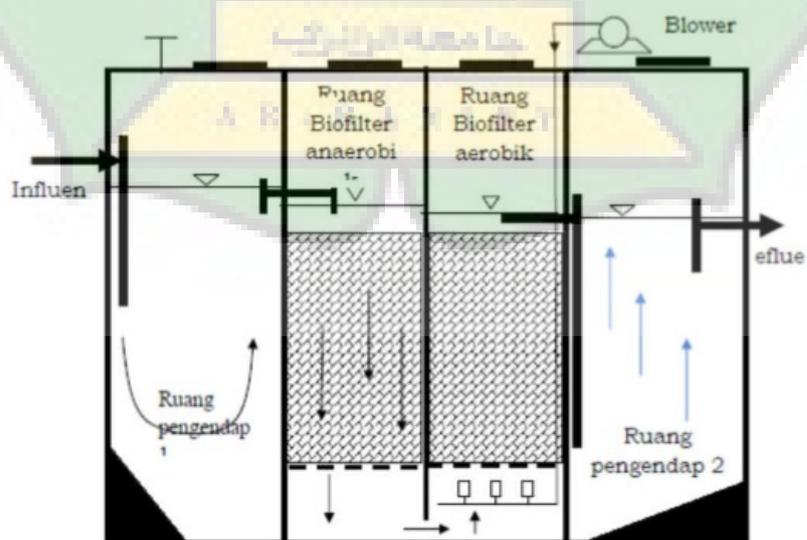
Gambar 2.5 Ilustrasi Biofilter Anaerobik Satu Kompartemen  
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Proses biofilter aerobik menggunakan alat kompresor atau blower untuk mensuplai oksigen dalam pengolahan limbah cair domestik. Oksigen yang di injeksikan ke bak aerobik dari bagian bawah media biofilter pada tekanan yang telah di tertentu melewati media poros (*unit diffuser*) atau pipa yang berlobang (*perforated pipe*).



Gambar 2.6 Ilustrasi Biofilter Aerobik Satu Kompartemen  
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Pengolahan limbah cair domestik dengan proses biofilter aerobik-anaerobik merupakan gabungan dari proses biofilter aerob dengan proses biofilter anaerob. Kombinasi dari proses anaerob dengan aerob bisa menurunkan zat organik (BOD, COD), deterjen, konsentrasi ammonia, padatan tersuspensi, fosfat dan bakteri *E. Coli*.



Gambar 2.7 Ilustrasi Biofilter Aerobik dan Anarobik Satu Kompartemen

(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Media biofilter ada beberapa macam seperti sarang tawon (media terstruktur) *bio-ball*, botol dan silinder. Gambar 2.10 menunjukkan beberapa beberapa contoh media biofilter yang biasa digunakan.



Gambar 2.8 Jenis-Jenis Media Biofilter  
(Sumber: Akbar, 2015)

Media biofiltrasi yang terbuat dari bahan organik ada beberapa bentuk seperti tali, bentuk jaring, bentuk sarang tawon (media terstruktur), bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*) dan lain-lain. Sedangkan media dari bahan anorganik seperti kerikil, batu pecah (*split*), batu marmer, batu tembikar, batu bara (kokas) dan lainnya.

## 2.5 Dasar Hukum yang Terkait dengan IPAL Komunal Domestik

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal 69 ayat 1 huruf a: “Setiap orang dilarang melakukan perbuatan yang mengakibatkan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup”. Pasal 20 ayat 3: “Setiap orang diperbolehkan membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan: Memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan Mendapat izin”.

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air pasal 37 menyatakan bahwa, “setiap penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang membuang air limbah ke air atau sumber air wajib mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran air”.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/Prt/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik bahwa: “SPALD (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik) adalah “serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Penyelenggaraan SPALD adalah serangkaian kegiatan dalam melaksanakan pengembangan dan pengelolaan prasarana dan sarana untuk pelayanan air limbah domestik. SPALD Setempat yang selanjutnya disebut SPALD-S adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengolah air limbah domestik di lokasi sumber, yang selanjutnya lumpur hasil olahan diangkut dengan sarana pengangkut ke Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja”.



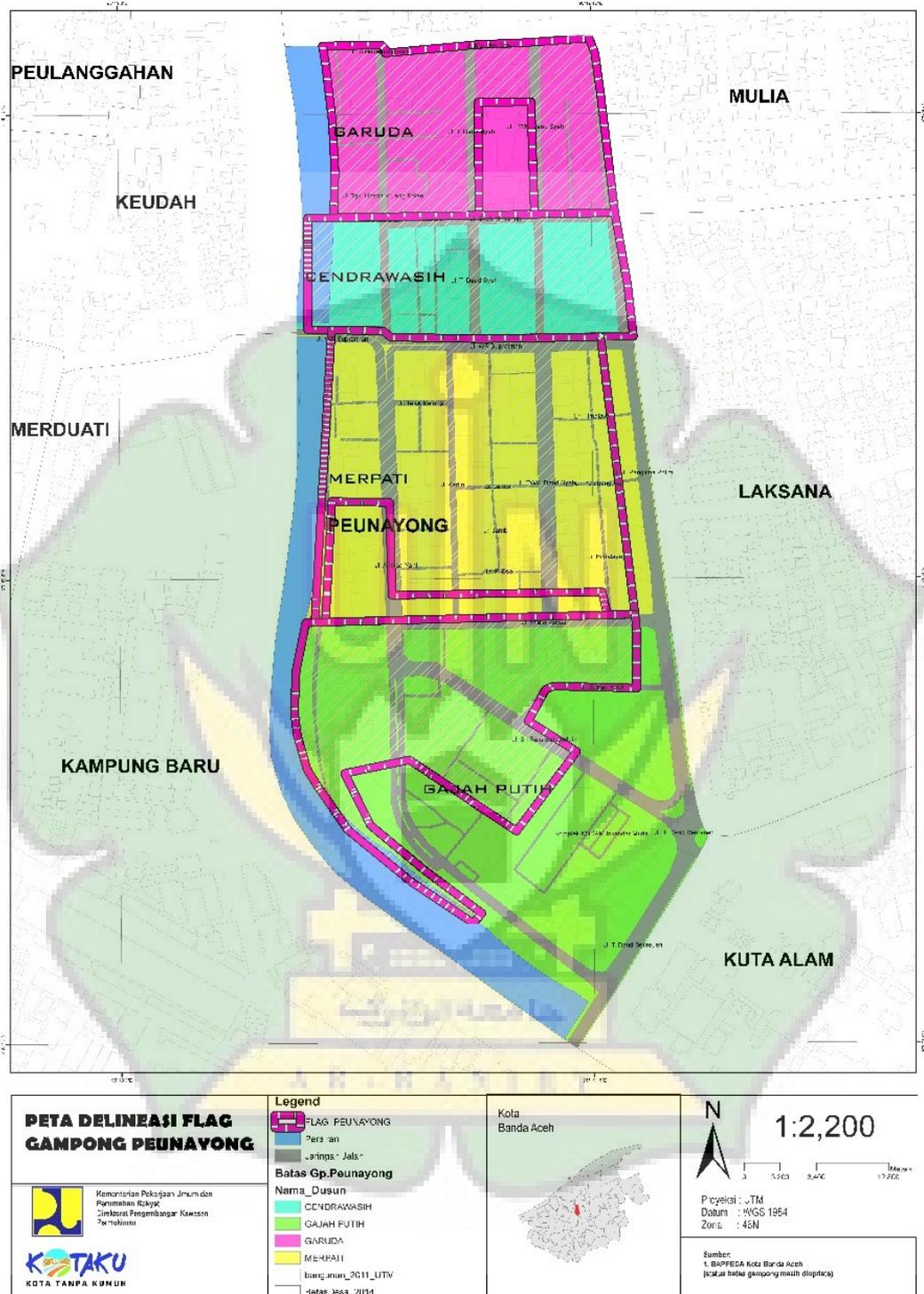
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

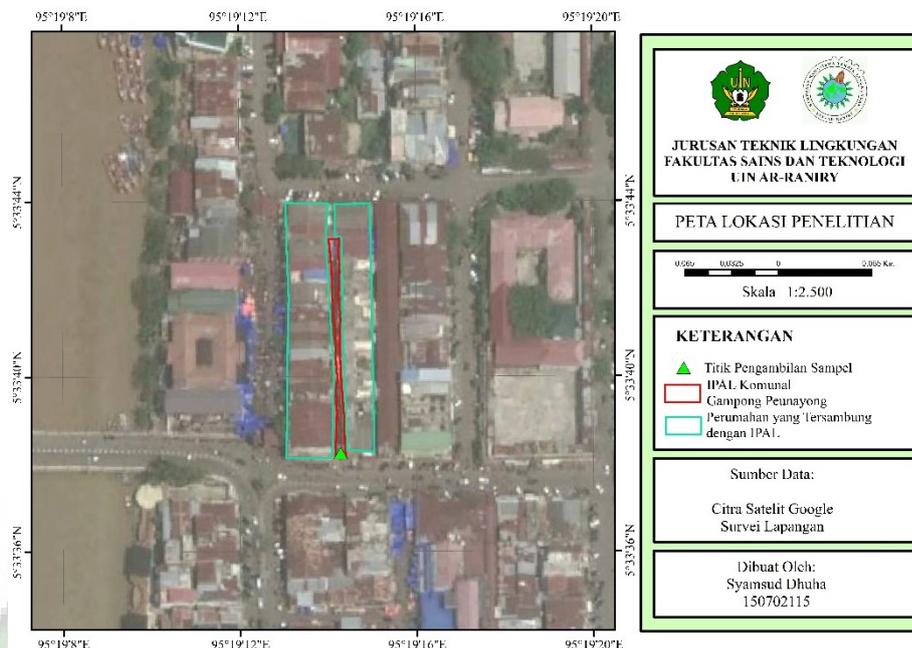
#### **3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Ibu kota Provinsi Aceh merupakan kota Banda Aceh. Penduduk Kota Banda Aceh pada tahun jumlah 2017 mencapai 259.913 jiwa, sedangkan pada tahun jumlah 2016 adalah 254.904 jiwa (BPS Kota Banda Aceh, 2018). Semakin cepat pertumbuhan penduduk menyebabkan perlunya meningkatkan kualitas sanitasi yang lebih baik. Kecamatan Kuta Alam merupakan kecamatan nomor 2 tingkat kepadatan penduduknya yang berada di Kota Banda Aceh, khususnya pada Gampong Peunayong jumlah penduduk mencapai 2.596 jiwa pada tahun 2018 dan pada Dusun Cendrawasih jumlah penduduk adalah 503 jiwa pada tahun 2018 (Peunayong, 2018). Terdapat instalasi pengolahan air limbah (IPAL) secara komunal di dusun Cendrawasih. Peta Gampong Peunayong dapat dilihat pada Gambar 3.1.

IPAL komunal yang dibangun di Gampong Peunayong dipergunakan untuk 40 SR (Sambungan Rumah). Kualitas efluen yang direncanakan untuk IPAL komunal Gampong Peunayong adalah sesuai dengan baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016. Jenis IPAL komunal yang dipergunakan pada kelurahan ini adalah biofilter aerobik dan anaerobik (BKM Gampong Peunayong, 2017). Bangunan pelengkap seperti bak *grease trap* dan bak *manhole*/kontrol. Jadi *grease trap* merupakan tahapan proses pemisahan minyak dan lemak dengan air limbah. Kemudian jenis media yang digunakan adalah *bio-ball* yang merupakan sebagai media melekatnya mikroorganisme, yang disusun secara bertingkat untuk mengoptimalkan proses aerobik dan anaerobik.



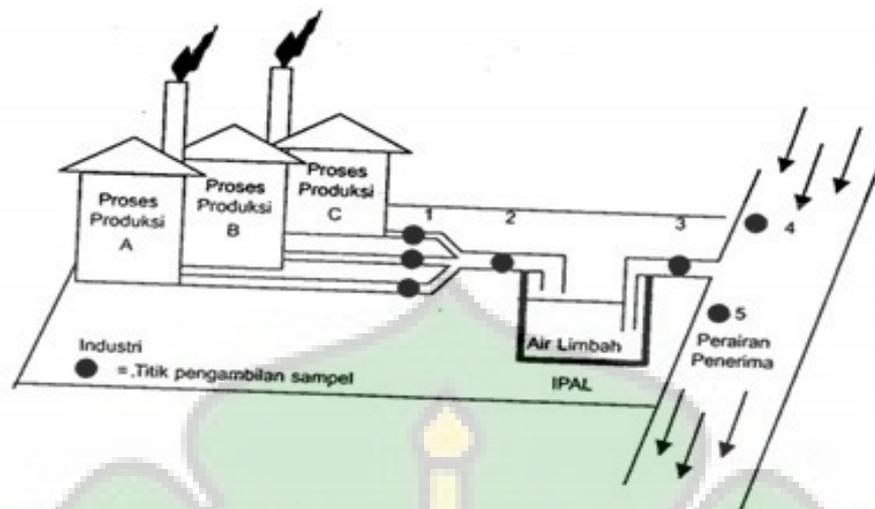
Gambar 3.1 Peta Gampong Peunayong  
(Sumber: Pemerintah Gampong Peunayong, 2019)



Gambar 3.2 Peta Titik Lokasi Penelitian  
(Sumber: Data Olahan 2019)

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Oktober 2019. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada hari kerja dan libur yaitu hari Minggu dan Senin. Masing-masing pada waktu yaitu, pagi hari jam 09.00 dan sore hari nya jam 17.00 WIB. Lokasi pengambilan sampling berada di Dusun Cendrawasih, Gp. Peunayong, Kec. Kuta Alam, Banda Aceh. Sedangkan uji laboratorium dilakukan pada Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala. Untuk keperluan dalam uji kualitas air limbah, maka sampel limbah cair diambil pada *inlet* dan *outlet* IPAL komunal saja. Gambar 3.3 merupakan titik pengambilan sampel sesuai SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah.



Keterangan gambar:

- 1) Bak kontrol saluran air limbah
- 2) *Inlet* IPAL
- 3) *Outlet* IPAL
- 4) Perairan penerima sebelum limbah cair masuk ke badan air
- 5) Perairan penerima setelah limbah cair masuk badan air

Gambar 3.3 Contoh Lokasi Pengambilan Sampel Setelah IPAL

(Sumber: SNI 6989.59:2008 Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah)

### 3.3 Metode dan Prosedur Penelitian

*Mixed method* merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. *Mixed method* ialah gabungan antara teknik analisis kualitatif dan kuantitatif. Teknik analisis kualitatif digunakan untuk mengevaluasi manajemen operasional IPAL komunal yang ada di Gampong Peunayong dan mengidentifikasi kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong dengan DED (*Detail Engineering Design*) IPAL komunal. Sedangkan teknik analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan pada IPAL komunal.

Data diperoleh melalui wawancara langsung secara mendalam menggunakan daftar pertanyaan yang telah disiapkan serta melakukan observasi terhadap proses kegiatan. Narasumber untuk wawancara mendalam ditentukan

melalui *purposive sampling*, yaitu mewawancarai pihak-pihak yang terkait seperti pemerintah gampong (1 orang) pengelola (1 orang), pembangun (1 orang) maupun masyarakat (2 orang). Sumber data yang di gunakan dalam penelitian ini ialah:

a. Data Primer

Data primer diperoleh hasil dari uji sampel di laboratorium pada *inlet* dan *outlet* IPAL komunal. Pengumpulan informasi tentang instansi yang terkait mengenai IPAL komunal, serta pengamatan secara langsung (observasi), melakukan wawancara secara mendalam terhadap pihak yang berkaitan dengan pemeliharaan dan pembangunan IPAL komunal Gampong Peunayong.

b. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari studi literatur terkaitan, data-data dari BPS (Badan Pusat Statistik), kantor desa, dan KOTAKU (Kota Tanpa Kumuh) dan segala sesuatu yang berhubungan atau terkait dengan penelitian ini misalnya data kondisi topografi tempat penelitian dan desain IPAL.

Tahapan pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan sesuai dengan yang ditunjukkan pada diagram alir prosedur penelitian pada Lampiran A.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Alat
  - a. Alat Perekam
  - b. Botol air mineral (1500 ml) sesuai dengan kebutuhan
  - c. Timba
  - d. Corong
  - e. Wadah tempat menyimpan botol sampel
- 2) Bahan-bahan
  - a. Sampel
  - b. Es Batu

### 3.5 Cara Pengambilan Sampel Air Limbah

Sampel diambil pada lokasi yaitu di *inlet* dan *outlet* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal Gampong Peunayong. Sebelumnya peneliti harus menyiapkan alat dan bahan untuk pengambilan sampel dan menentukan titik pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel pada titik *inlet* yang merupakan air limbah sebelum masuk ke proses pengolahan dan *outlet* (efluen) di mana air limbah yang sudah melalui proses pengolahan dan menuju ke badan air (sungai). Kemudian melakukan pengambilan sampel untuk di lakukan pengujian parameter limbah cair di laboratorium.

Sampel limbah cair diambil berdasarkan cara *grab sample* (sesaat), artinya air limbah diambil sesaat pada waktu tertentu (SNI 6989.59:2008). Pengambilan sampel dengan memperhatikan waktu detensi/retensi karena debit pada IPAL komunal tersebut fluktuasi atau tidak menentu. Waktu detensi/retensi IPAL komunal yang menggunakan sistem biofilter aerobik dan anaerobik ataupun gabungan keduanya adalah 6 sampai 8 jam (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 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*. Sampel yang sudah diambil kemudian dibawa ke Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala untuk selanjutnya dilakukan analisis parameter limbah cair domestik. Parameter yang ditinjau pada penelitian ini adalah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (Parameter yang diuji adalah pH, COD, BOD, total koliform, TSS, Amoniak, Minyak dan Lemak).

### 3.6 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk membandingkan hasil uji laboratorium, influen dan efluen dari IPAL komunal dengan baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 agar diketahui apakah efluen dari IPAL komunal masih memenuhi baku mutu atau tidak. Kemudian dilakukan uji efisiensi IPAL komunal untuk mengetahui tingkat efisiensi *removal* dalam mengurai limbah cair dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Removal} = \frac{(a - b)}{a} 100\%$$

Keterangan

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

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

Hasil wawancara, disusunlah transkrip wawancara secara lengkap, lalu data tersebut direduksi (dihilangkan informasi yang tidak diperlukan). Hasilnya, diperoleh informasi mengenai manajemen operasional IPAL Komunal di Gampong Peunayong secara lengkap, ringkas dan sistematis. influen dan efluen dari IPAL komunal yang diambil untuk dijadikan sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan parameter limbah cair. Parameter uji dan tahapan pemeriksaan dapat dilihat pada Lampiran B.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Deskripsi Gambaran Umum Topografi Daerah Penelitian**

Gampong Peunayong merupakan salah satu gampong yang ada di Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh. Luas dari gampong ini adalah 36.1 ha yang terdiri dari empat dusun yaitu Dusun Garuda, Cendrawasih, Gajah Putih dan Merpati. Ketinggian dari daerah ini dua meter diatas permukaan laut. Secara geografis Gampong Peunayong batasan wilayah sebagai berikut

- Sebelah Utara berbatasan dengan Gampong Mulia,
- Sebelah Timur berbatasan dengan Gampong Laksana
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Gampong Kuta Alam
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Kuta Raja

Gampong ini berada di sekitar bantaran sungai Krueng Aceh. Gampong ini juga merupakan salah satu pusat pasar yang ada di Kecamatan Kuta Alam. Sehingga menyebabkan gampong ini termasuk ke dalam katagori daerah kumuh dengan luas delineasi kawasan kumuh adalah 15 ha (BKM Gampong Peunayong, 2017). Dusun yang termasuk ke dalam katagori daerah kumuh pada Gampong Peunayong adalah Dusun Cendrawasih. Salah satu penyebabnya adalah limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan/aktivitas sehari-hari yang dibuang begitu saja ke dalam drainase. Solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pembangunan IPAL komunal. Sambungan rumah yang terkoneksi dengan IPAL komunal ini ialah 40 rumah. Untuk penerima manfaat sebanyak 60 KK (Kepala Keluarga) dengan jumlah penduduk 180 jiwa. Lokasi IPAL komunal ini adalah Jl. WR. Supratman Lr. Kelapa Ds. Cendrawasih.

#### 4.2 Kondisi Eksisting IPAL Komunal

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal adalah suatu sistem pengolahan limbah cair domestik secara terpusat (*off site*) dalam skala permukiman. IPAL komunal sangat efektif digunakan pada permukiman yang padat penduduk, karena tidak memerlukan lahan untuk dilakukan pembangunan tangki septik pada tiap-tiap rumah. IPAL komunal dapat mengolah limbah *grey water* maupun *black water* sehingga air limbah setelah melalui proses pengolahan dapat dibuang ke badan air penerima dengan syarat telah memenuhi standar baku mutu limbah cair domestik. IPAL komunal ini merupakan tipe IPAL pabrikan yang berbentuk tangki dan dapat mengolah limbah *grey water* maupun *black*.

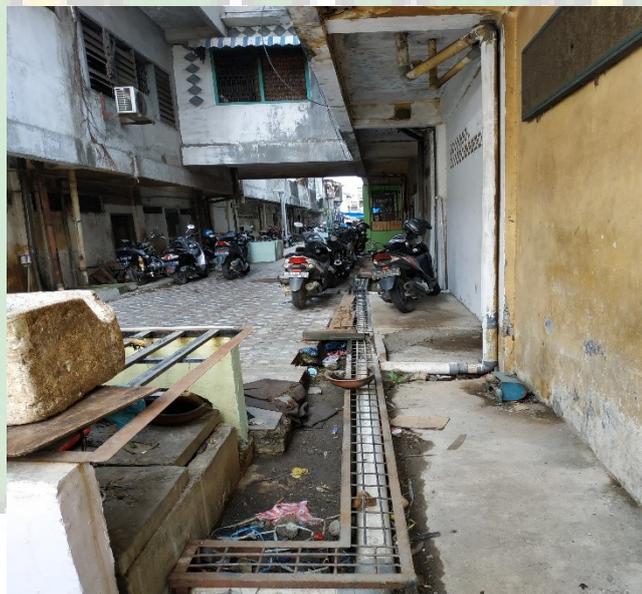


Gambar 4.1 IPAL Komunal Gampong Peunayong  
(Sumber: Hasil Dokumentasi Pribadi)

IPAL komunal ini berdiri pada pertengahan tahun 2017 dan mulai beroperasi pada tahun 2018. Program ini merupakan salah satu program KOTAKU dalam mengatasi daerah kumuh pada tahun 2017. Akan tetapi mulai sejak tahun 2018 sampai sekarang program IPAL komunal yang ada pada KOTAKU sudah di ambil alih oleh SANIMAS IDB (Sanitasi Berbasis Masyarakat *Islamic Development Bank*) . Pada awalnya program IPAL

komunal ini merupakan salah satu program dari SANIMAS IDB, tapi karena IPAL komunal yang berada di Dusun Cendrawasih ini tidak mencukupi salah satu persyaratan yaitu minimal 50 SR, maka pembangunan IPAL komunal ini dialihkan ke KOTAKU. Jumlah rumah yang tersambung dengan IPAL komunal di Dusun Cendrawasi adalah 40 SR.

Perumahan yang tersambung dengan IPAL komunal ini semuanya tipe rumah lantai dua atau disebut juga rumah toko (ruko). Toilet/kamar mandi yang tersambung dengan jaringan perpipaan IPAL komunal khusus lantai dua. Untuk lantai satu tidak terkoneksi dengan jaringan perpipaan IPAL komunal, karena tingkat elevasi antara IPAL komunal dengan toilet/kamar mandi yang berbeda. Solusi untuk mengatasi masalah perbedaan elevasi ini adalah perlunya dilakukan penambahan ketinggian dari toilet/kamar mandi lantai satu, agar limbah cair bisa dialirkan secara gravitasi.



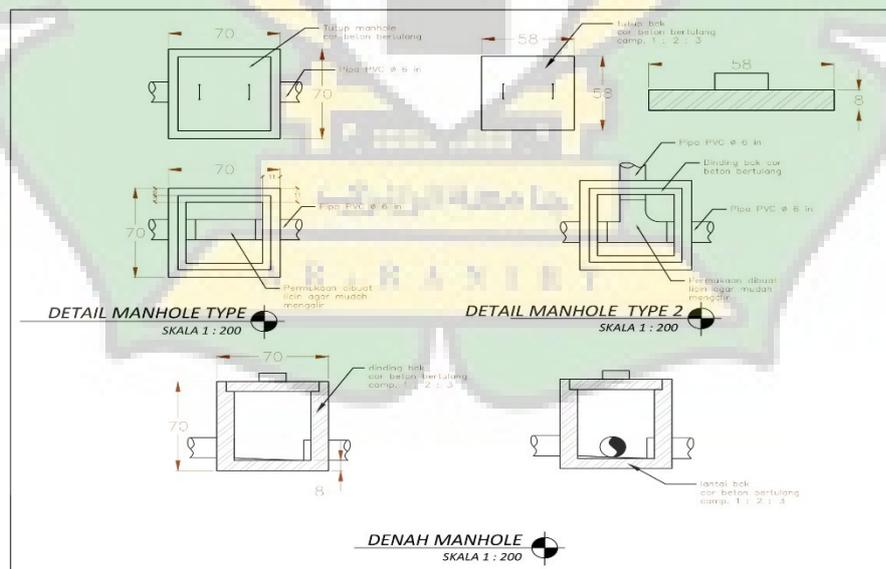
Gambar 4.2 Jaringan Perpipaan yang Tersambung dengan Perumahan  
(Sumber: Hasil Dokumentasi Pribadi)

Sistem perpipaan pada IPAL berfungsi untuk mengalirkan air limbah dari sumber ke tempat pengolahan air limbah (IPAL). Pipa yang dipakai jenis PVC

(*polyvinyl chloride*) dengan ukuran untuk pipa tinja 6 inci dan pipa non tinja 4 inci. Sedangkan pipa utama yang dipakai jenis PVC dengan ukuran 6 inci. Air limbah dari sumber dialirkan IPAL secara gravitasi. Kemiringan pipa tinja dan non tinja minimal adalah 2% (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Untuk kemiringan pipa induk minimal adalah 0,4% - 1% (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Kemiringan pipa ini salah satu fungsinya adalah untuk mengurangi endapan di dalam pipa. Air limbah yang bersumber dari mandi, cuci dan kakus (MCK) langsung masuk ke bak kontrol terlebih dahulu selanjutnya ke bak *grease trap* kemudian IPAL komunal.

a. Bak *manhole*

Pada kondisi eksisting air limbah dari MCK di alirkan ke perpipaan kemudian langsung masuk ke bak *grease trap*. Seharusnya jika sesuai dengan DED, air limbah yang dialirkan ke dalam perpipaan sebelum masuk ke bak *grease trap* harus masuk ke bak *manhole* terlebih dahulu. Untuk *Detail Engineering Desains* (DED) bak *manhole* dapat dilihat pada gambar 4.3 (BKM Gampong Peunayong, 2017).



Gambar 4.3 *Detail Engineering Desains* (DED) Bak *Manhole*  
(Sumber: BKM Gampong Peunayong, 2017)

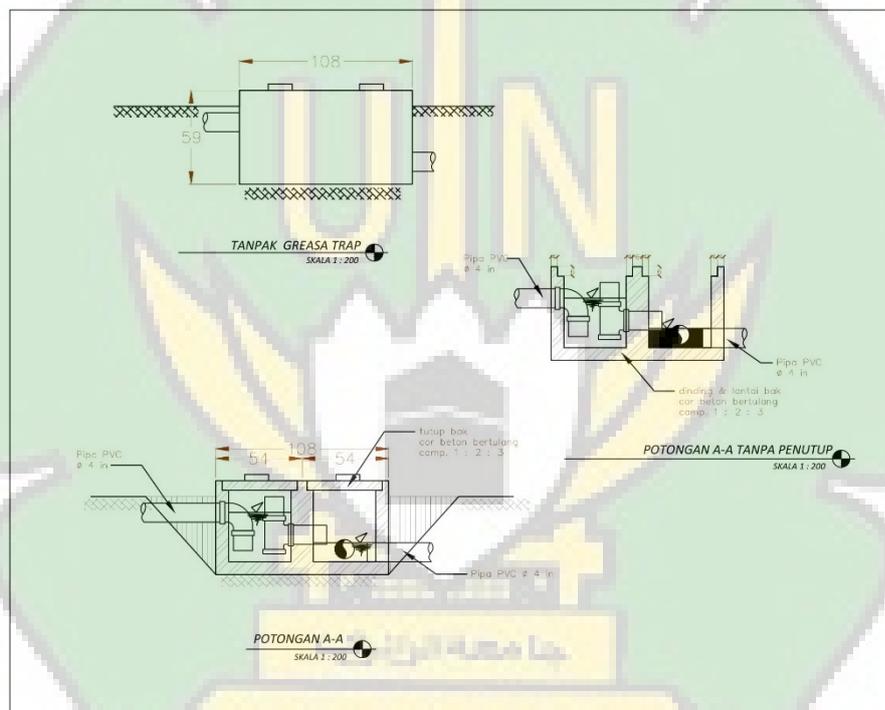
Bak *manhole* merupakan bak penerima air limbah dari MCK sebelum masuk ke bak selanjutnya. Bak *manhole* sangat penting pada jaringan perpipaan IPAL karena sebagai tempat kontrol aliran air limbah yang masuk ke dalam perpipaan. Fungsi dari bak *manhole* itu sendiri merupakan proses *screening* tahap awal. Pada bak ini juga padatan-padatan dari kakus akan terendap dan padatan yang tidak terendap pada bak ini akan diendapkan kembali pada bak *grease trap* dan pada kompartemen-kompartemen IPAL. Tidak hanya itu tetapi apabila ada sampah yang ikut terbawa dari sumber maka dapat diambil agar tidak terjadi penyumbatan di dalam perpipaan. Bak kontrol ini diletakkan setiap perubahan diameter pipa, perubahan kemiringan pipa, perubahan arah aliran, pertemuan dua saluran atau bisa lebih dan pada jarak lurus dengan jarak maksimal 20 m (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Jadi perlunya dilakukan pembangunan bak *manhole* ini agar efluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu limbah cair domestik.

b. Bak *grease trap*



Gambar 4.4 Bak *Grease Trap*  
(Sumber: Hasil Dokumentasi Pribadi)

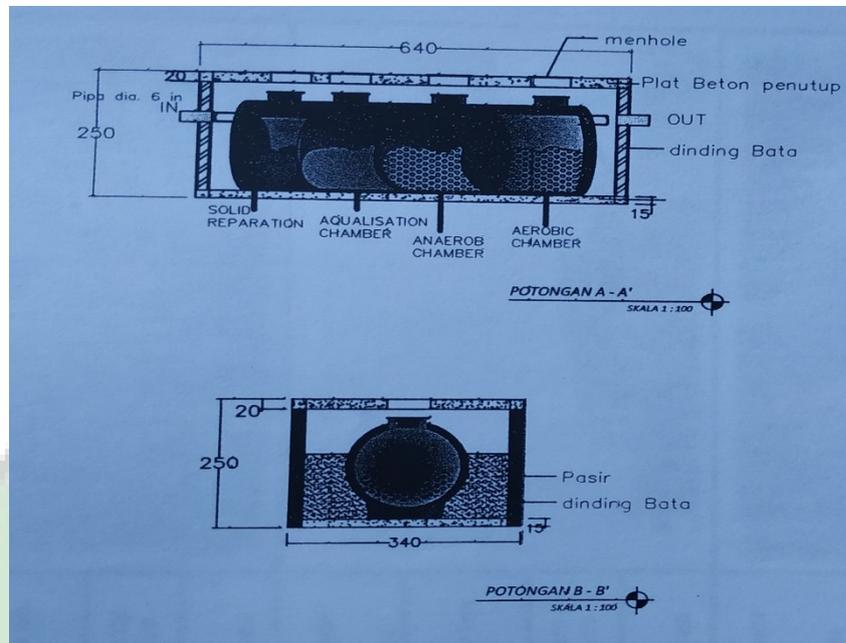
Pada kondisi eksisting bak *grease trap* tidak terdapat permasalahan yang dapat menimbulkan kurang efisien proses perangkap minyak dan lemak. Hanya saja kurangnya kesadaran masyarakat sekitar dalam menjaga kebersihan lingkungan, sehingga banyaknya sampah yang terbuang begitu saja pada bangunan bak *grease trap*. Ada sekitar 11 bak *grease trap* yang terdapat pada IPAL komunal ini. Pada bak ini juga terjadi proses pengendapan polutan yang lolos dari bak kontrol.



Gambar 4.5 Detail Engineering Designs (DED) Bak Grease Trap  
(Sumber: BKM Gampong Peunayong, 2017)

Bak *grease trap* merupakan bak perangkap minyak atau lemak. Fungsi dari bak *grease trap* ini adalah tempat terjadinya proses pemisahan minyak atau lemak dengan air limbah domestik.

### c. Bangunan IPAL



Gambar 4.6 *Detail Engineering Desains* (DED) Tangki IPAL  
(Sumber: BKM Gampong Peunayong, 2017)

Kondisi eksisting tangki IPAL berbeda dengan *Detail Engineering Desains* (DED). Pada eksisting IPAL komunal tidak terdapat bak atau kompartemen aerob karena apabila terdapat kompartemen aerob tentunya pasti terdapat proses pengontakan oksigen terhadap limbah cairnya atau adanya aerator. Tetapi pada DED tangki IPAL ini terdapat kompartemen aerob tetapi tidak terdapat aerator sebagai alat injeksi oksigen.

Teknologi dengan sistem pengolahan pengolahan air limbah domestik secara anaerob khusus untuk permukiman atau komunal sangatlah efisien, karena berdasarkan pertimbangan kemudahan dalam pengelolaannya dan pemeliharanya (Iskandar, Fransisca, Arianto, & Ruslan, 2016). Kapasitas dari tangki IPAL ini adalah 17 m<sup>3</sup>/hari dengan luas 40 m<sup>2</sup>.

Tangki IPAL ini memiliki 4 kompartemen, pada kompartemen pertama (*solid reparation*) yaitu sebagai tempat pengendapan sekaligus biodegradasi secara anaerob. Pada kompartemen kedua (bak ekualisasi) merupakan tempat

pengendapan lanjutan sebelum masuk ke-proses *treatment*. Pada proses inilah terjadinya pemerataan beban organik dan beban hidrolis sehingga terhindar dari *shock loading* dan kerusakan pada media melekat. Pada kompartemen ketiga (bak anaerob) adalah tempat proses biodegradasi polutan pencemar melewati media filter (media biak melekat). Jenis medianya adalah *bio-ball* (BKM Gampong Peunayong, 2017). Pada kompartemen yang terakhir (bak anaerob) merupakan lanjutan dari proses pada kompartemen ketiga.

### 4.3 Sistem Pengelolaan IPAL Komunal

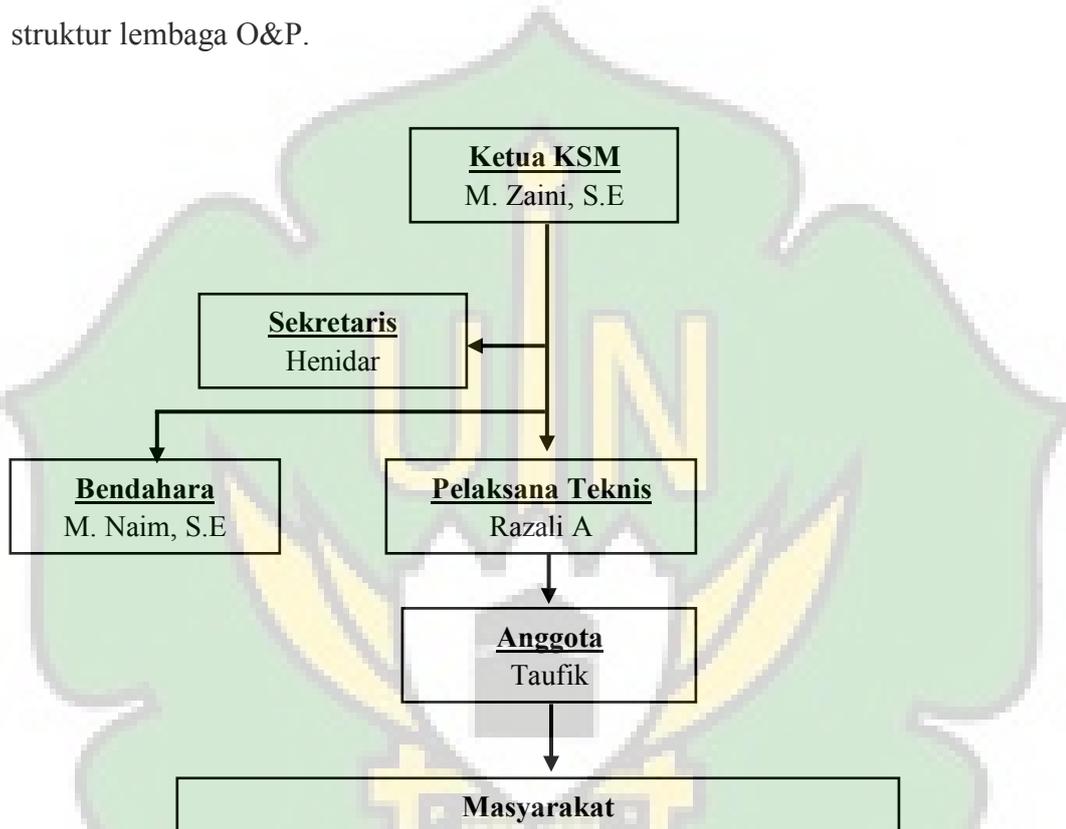
Sistem IPAL komunal atau pengolahan air limbah skala permukiman (*off site/terpusat*) merupakan suatu sistem sanitasi yang melayani se-kelompok masyarakat/rumah tangga, yang mempunyai sistem perpipaan dan unit pengolahan air limbah/tangki IPAL. Sistem IPAL komunal ini sangatlah efektif diterapkan dari pada sistem individual karena dapat dilihat dari segi operasional dan pembiayaan dan pemeliharaan. Sistem ini juga memberikan manfaat lebih bagi rumah tangga, misalnya (Iskandar, Fransisca, Arianto, & Ruslan, 2016):

- a. Tidak perlunya pembangunan tangki septik yang memerlukan alokasi lahan lebih.
- b. Lingkungan sekitar lebih bersih dikarenakan air limbah tersebut seluruhnya di alirkan ke-sistem perpipaan yang tertutup.

Sistem pengelolaannya melibatkan sekelompok masyarakat yang sengaja dibentuk oleh pemerintah desa setempat. Biasanya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP). Sedangkan bagian pembangunan di lapangan melibatkan sekelompok orang yang di sebut Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM). KSM ini yang bakal berperan penting dalam pengelolaan IPAL komunal tersebut, mulai dari perencanaan dan pelaksanaan. Kemudian yang bertugas sebagai pemeliharaan yaitu KPP. Dalam pengelolaan IPAL komunal ini beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan seperti aspek kelembagaan, aspek operasional dan pemeliharaan dan aspek pembiayaan.

### 4.3.1 Aspek Kelembagaan

Struktur lembaga pengelolaan dan pemelihara yang dimaksud merupakan struktur KPP yang sudah dibentuk. KPP yang bertugas untuk menjaga agar IPAL komunal tersebut berjalan sesuai dengan fungsinya. Nama KPP di Dusun Cendrawasih adalah Organisasi Pemelihara (O&P). Gambar 4.7 merupakan struktur lembaga O&P.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi KSM Kelapa  
(Sumber: BKM Gampong Peunayong, 2017)

Pembangunan IPAL komunal ini melibatkan dua KSM yaitu KSM Pisang dan KSM Kelapa. Sedangkan untuk pengelolaan dan pemeliharaannya langsung diserahkan ke O&P. Ketua O&P merupakan Kepada Dusun (KADUS) Cendrawasih yaitu Muhammad Zaini dan beliau juga merangkap sebagai ketua KSM Kelapa. KSM Pisang yang ketuanya adalah Hasyimi dan beliau merupakan selaku yang bertanggung jawab membangun IPAL komunal. Sedangkan KSM Kelapa bertanggung jawab membangun jaringan perpipaan IPAL komunal. Sistem operasional IPAL komunal ini belum berfungsi secara maksimal walaupun sudah

terbentuk O&P yang berfungsi sebagai pengelola IPAL komunal ini. Jadi solusi dari permasalahan ini adalah perlunya diaktifkan kembali lembaga pemelihara IPAL komunal tersebut.

#### 4.3.2 Aspek Operasional dan Pemeliharaan

Pada aspek ini masyarakat yang paling dominan kontribusinya, karena mulai dari perencanaan melibatkan keikutsertaan masyarakat, pelaksanaan juga dilakukan oleh masyarakat. Walaupun pihak swasta juga boleh ambil peran, itu pun sesuai dengan hasil kesepakatan dari masyarakat. Tentunya untuk pemeliharaan IPAL komunal tersebut memang dilakukan oleh masyarakat.

Tiap-tiap sambungan rumah harus memiliki bak *manhole* tetapi pada IPAL komunal ini tidak memiliki bak kontrol, sehingga air limbah langsung masuk ke bak *grase trap*. Permasalahan yang bisa terjadi jika IPAL komunal tidak memiliki bak *manhole* adalah dapat menurunkan kinerja dari IPAL tersebut karena beban yang diterima tidak sesuai dengan peruntukannya. Sehingga proses dekomposisi terganggu dan nilai konsentrasi BOD maupun COD pada efluen akan tinggi ataupun melebihi baku mutu. Untuk pemeliharaan seperti pembersihan filter atau pengurasan lumpur tinja dilakukan secara berkala setiap 2 – 3 tahun sekali (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Hasil wawancara dengan pengelola IPAL komunal ini mengatakan bahwa paska konstruksi atau setelah dilakukan pembangunan belum pernah dilakukan pengecekan kualitas hasil olahan dan pembersihan filter maupun pengurasan lumpur tinja.

#### 4.3.3 Aspek Pembiayaan

Pembiayaan pembangunan IPAL komunal ini sumber pendanaannya adalah dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2004 tentang Pembendaharaan Negara, Barang Milik Negara (BMN) adalah seluruh barang yang dibeli atau diperoleh atas beban APBN atau berasal dari perolehan yang sah lainnya.

Retribusi pelayanan sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Prumahan Rakyat Nomor 04-PRT-M-2017 tentang Penyelenggaraan Sistem

Pengolahan Air Limbah Domestik, pasal 67 ayat 2 prinsip dasar dalam retribusi pelayan adalah keterjangkauan, keadilan, mutu pelayan, pemulihan biaya, transparansi dan akuntabilitas. Hasil wawancara dengan narasumber yaitu masyarakat, pengelola dan pemerintah gampong mengatakan bahwa, pada IPAL komunal saat ini, belum diterapkan retribusi pelayanan kepada masyarakat sebagai pengguna. Akan tetapi, menurut pengelola dan pemerintah gampong, sudah ada agenda untuk melakukan penerapan retribusi perbulannya sesuai dengan kesepakatan dengan masyarakat. Penerapan iuran dan besar iuran perbulannya akan di tentukan setelah dilakukan rembuk dengan masyarakat. Laporan keuangan juga sangat penting karena salah satu bukti wujud transparansi dan akuntabilitas. Oleh karena itu, perlunya diterapkan iuran bulanan untuk pemeliharaan IPAL komunal ini supaya kinerja dari IPAL komunal ini tetap maksimal dan efluen yang dihasilkan pun sesuai dengan baku mutu.

#### **4.4 Hasil Uji Parameter Air Limbah IPAL Komunal**

##### **4.4.1 Analisis Inlet IPAL Komunal**

Air limbah yang masuk ke dalam IPAL komunal ini bersumber dari kegiatan/aktivitas domestik yang rata-rata dari toilet dan dapur. Air limbah domestik biasanya sangat tinggi kandungan bahan organiknya. Oleh karena itu, perlunya dilakukan pengujian kualitas air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Karakteristik air limbah domestik seperti fisik, kimia dan biologi dibutuhkan dalam analisis laboratorium, guna untuk dijadikan sebagai indikator dalam mengukur apakah kinerja pengolahan air limbah sudah sesuai atau belum, mengacu kepada baku mutu yang telah ditetapkan.

Tabel 4.1 Analisis Laboratorium Air Limbah Pada Inlet

No	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	
				Minggu	Senin
1.	pH	-	6 – 9	6,92	6,98
2.	BOD	mg/l	30	65	79,2
3.	COD	mg/l	100	229,2	236,4
4.	TSS	mg/l	30	128	113
5.	Amonia	mg/l	10	0,898	0,876
6.	Minyak dan Lemak	mg/l	5	0,2	0,2
7.	Total Coliform	Jml/100 ml	3000	>1100	>1100

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan BARISTAND Aceh)

Setelah air limbah pada *inlet* IPAL komunal ini dilakukan analisis laboratorium maka diperoleh hasil dengan parameter uji seperti pH pada hari minggu 6,92 dan pada hari senin pH 6,98. Dari hasil tersebut, parameter pH sudah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Jika pH melebihi baku mutu artinya pH tersebut sifatnya basa dan sebaiknya apabila pH tersebut rendah maka bersifat asam. Air limbah yang sifatnya asam atau basa susah untuk dilakukan pengolahan dengan sistem biolois atau memanfaatkan mikroorganisme, karena dapat mengganggu kinerja dari mikroba tersebut.

Kosentrasi BOD pada hari minggu 65 mg/L dan pada hari senin 79,2 mg/L. Kosentrasi COD pada *inlet* 229,2 mg/L (minggu) dan 236,4 mg/L (senin). Lebih tinggi kosentrasi COD dari pada kosentrasi BOD. Tingginya kandungan polutan COD maupun BOD dalam air limbah domestik juga dapat disebabkan oleh tingginya beban organik yang dihasilkan. Kosentrasi BOD dan COD pada *inlet* IPAL komunal sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor 01 tahun 2010 masih tergolong rendah. Walaupun rendah dengan

kosentrasi seperti itu masih belum sesuai dengan standar baku mutu limbah cair domestik, sehingga perlu dilakukan pengolahan karena apabila tidak dilakukan pengolahan kemudian langsung di buang ke perairan maka perairan tersebut akan tercemar. Akibat dari tingginya kosentrasi BOD dan COD di dalam perairan dapat menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air. Sehingga dapat menyebabkan terganggunya ekosistem di dalam perairan.

Kosentrasi TSS pada *inlet* IPAL komunal adalah 128 mg/L (minggu) dan 113 mg/L (senin). Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor 01 tahun 2010 kandungan TSS pada *inlet* IPAL komunal masih tergolong rendah. Walaupun demikian tetap saja masih harus dilakukan pengolahan karena belum sesuai dengan baku mutu. Endapan yang terdapat pada dasar kompartemen akan membentuk sedimen dan dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas ataupun daya tampung dari pengolahan. Sehingga perlunya dilakukan pengurasan lumpur pada dasar kompartemen. Untuk kandungan amonia pada air limbah setelah dilakukan pengujian di laboratorium hasilnya sesuai dengan baku mutu air limbah domestik baik pada *inlet*. Sumber dari amonia ini adalah urine dan tinja makhluk hidup. Pada *inlet* IPAL komunal kandungan amonia nya adalah 0,898 mg/L (minggu) dan 0,876 mg/L (senin).

Sementara kandungan minyak dan lemak pada *inlet* IPAL komunal sesuai dengan baku mutu air limbah domestik. Sumber kosentrasi minyak dan lemak pada IPAL komunal ini adalah hasil dari proses cucian tertentu dari dapur. Kandungan minyak dan lemak pada *inlet* IPAL komunal adalah 0,2 mg/L (Minggu dan Senin). Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor 01 tahun 2010 kandungan *total coliform* pada *inlet* IPAL komunal masih tergolong rendah. Untuk parameter *total coliform* pada *inlet* IPAL komunal yaitu >1100 Jml/100ml (Minggu dan Senin). Sumber terbesar bakteri *coliform* pada air limbah adalah pada tinja makhluk hidup.

Hasil yang diperoleh dari analisis laboratorium *inlet* IPAL komunal ini sangatlah bervariasi. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor salah satu diantaranya adalah perbedaan aktivitas/kegiatan sehari-hari masyarakat pengguna IPAL komunal ini, sehingga dapat mempengaruhi nilai karakteristik dari limbah

cair yang dihasilkan tersebut. Tidak hanya itu, faktor lain adalah seperti pengelolaan dan pemeliharaan IPAL komunal ini juga sangat berpengaruh. Pengelolaan dan pemeliharannya seperti pembersihan, pengurusan *suspended solid* yang terdapat pada (bak kontrol, bak *grease trap* dan pada IPAL) dan lain sebagainya sangatlah mempengaruhi nilai karakteristik limbah cair tersebut.

#### 4.4.2 Analisis Outlet IPAL Komunal

##### a. Parameter pH

Gambar dibawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter pH hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Nilai pH IPAL Komunal

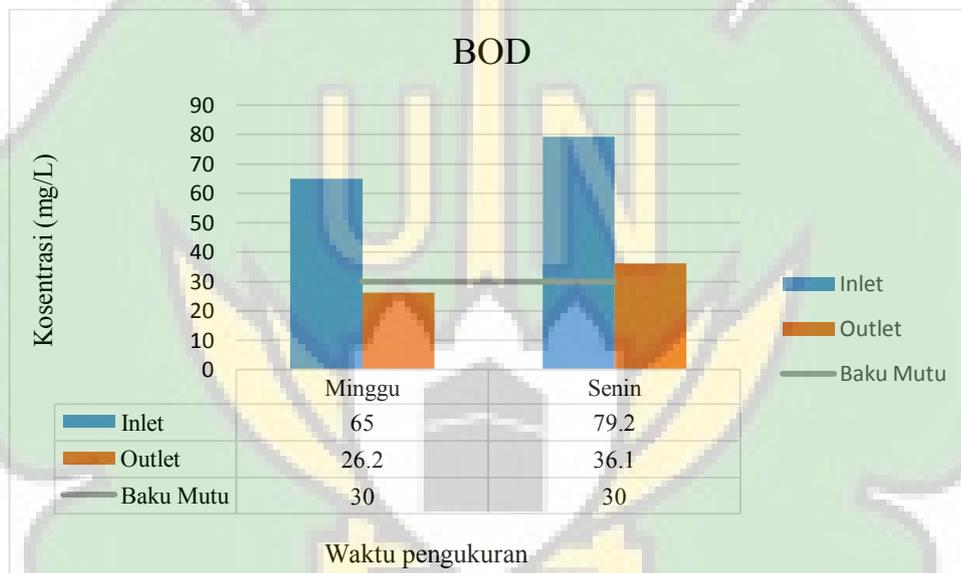
(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala)

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwasanya, parameter pH baik pada *inlet* maupun *outlet* masih dalam katagori sesuai dengan baku mutu air limbah yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 yaitu 6 - 9. Oleh karena itu, maka air limbah dengan pH tersebut masih aman apabila dibuang ke-lingkungan. Apabila pH dengan rentang 6 - 9 maka pH

tersebut adalah netral karena tidak asam dan juga tidak juga basa. Apabila perairan dengan pH asam ataupun basa maka dapat mengganggu ekosistem yang ada pada perairan tersebut.

b. Parameter BOD

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter pH hari minggu dengan hari senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Nilai BOD IPAL Komunal

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala)

Dari hasil analisi laboratorium, dapat dilihat pada grafik diatas bahwasanya kosentrasi BOD pada air limbah yang ada di *inlet* dan *outlet* IPAL komunal bervariasi. Kosentrasi BOD pada inlet IPAL komunal ini cukup tinggi yaitu pada hari Minggu 65 mg/L dan pada hari Senin 79,2 mg/L.

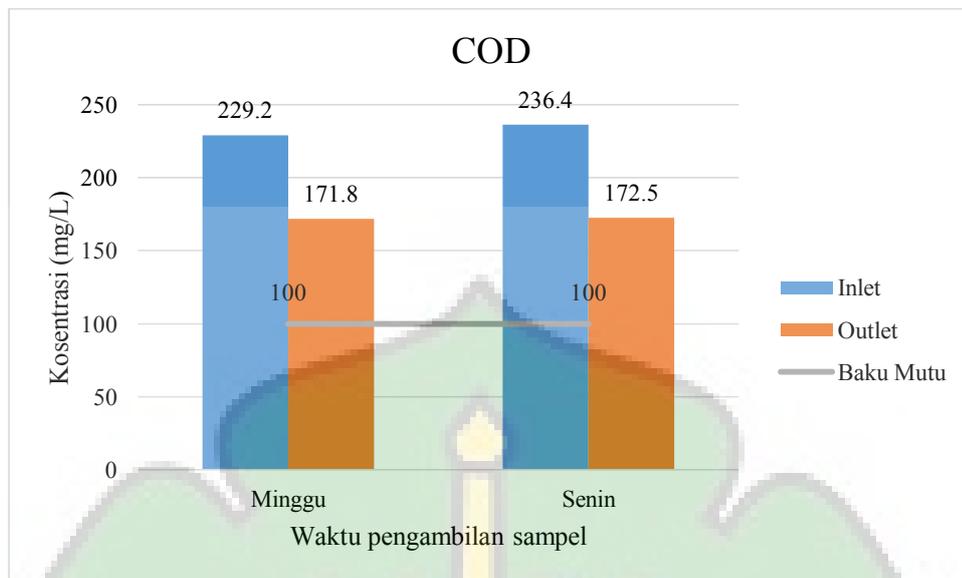
Pada hari Minggu kosentrasi BOD (26,2 mg/L) di *outlet* IPAL komunal masih dalam katagori aman untuk dibuang ke lingkungan atau ke badan air penerima. Lain halnya pada hari Senin, kosentrasi BOD (36,1 mg/L) yang terdapat pada *outlet* malah sebaliknya yaitu tidak aman untuk dibuang ke

lingkungan ataupun ke badan air penerima. Baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 yaitu 30 mg/L. Kosentrasi BOD pada hari minggu di *outlet* IPAL komunal yang tinggi disebabkan oleh kurangnya pasokan oksigen yang terdapat pada air limbah. Tingginya kosentrasi BOD pada *outlet* IPAL komunal mengindikasikan tinggi juga beban organik yang terkandung di dalam air limbah.

Permasalahan lain yang juga dapat mempengaruhi tingginya kosentrasi BOD maupun COD adalah karena bakteri anaerob yang terdapat pada kompartemen anaerob terjadinya kematian ataupun jumlah bakterinya tidak sesuai dengan beban organik yang masuk maka proses penguraian bahan organik tersebut kurang maksimal. Pertumbuhan bakteri pengurai air limbah akan terganggu apabila suplai makanan yang ada berkurang atau habis ataupun kondisi lingkungan yang sering berubah-ubah. Contohnya saja, terlalu banyak mikroorganisme yang terdapat pada air limbah tersebut. Sehingga sel-sel yang tidak bisa mendapatkan suplai makanan dari sumber untuk menjaga ataupun mempertahankan energi jadinya mengalami *fase endogenous* (kematian) (Said I. N., 2017). Solusi nya adalah perlunya dilakukan penambahan mikroorganisme pengurai air limbah supaya efluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu.

#### c. Parameter COD

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter COD hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Nilai COD IPAL Komunal

Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala

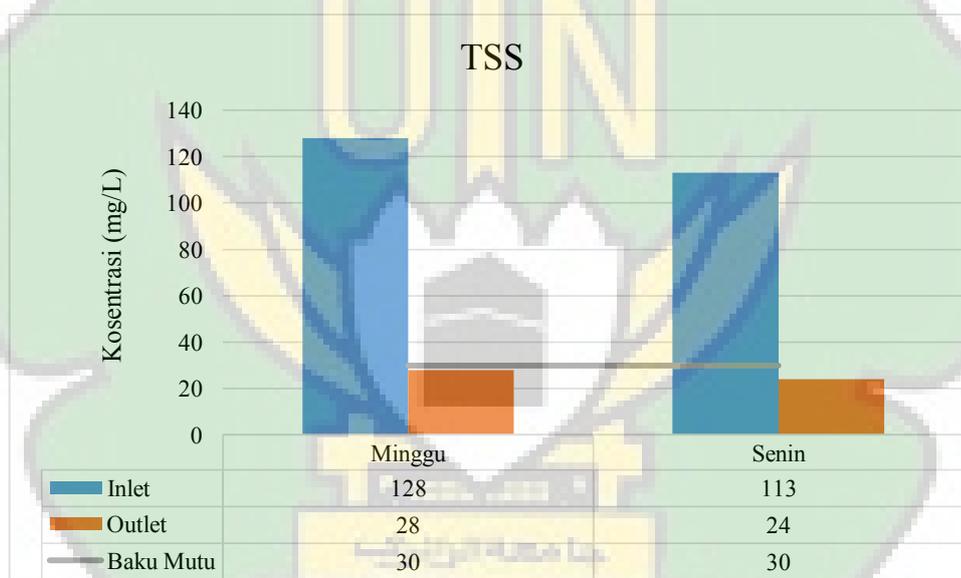
Dapat dilihat pada grafik diatas bahwasanya konsentrasi COD di *inlet* IPAL komunal adalah 229,2 mg/L (minggu) dan 236,4 mg/L (senin). Sedangkan konsentrasi COD di *outlet* IPAL komunal adalah 171,8 mg/L (minggu) dan 172,5 mg/L (senin). Hasil pengujian efluen IPAL komunal untuk parameter COD tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Baku mutu air limbah domestik yang boleh dibuang ke lingkungan maksimalnya adalah 100 mg/L sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016.

Air limbah domestik memiliki beban organik yang tinggi dengan debit yang tidak menentu (fluktuatif). Sehingga menyebabkan IPAL komunal kurang maksimal dalam menguraikan polutan yang terkandung di dalam air limbah. Kurangnya dalam pemeliharaan atau pengelolaan menyebabkan kurang maksimalnya kinerja dari IPAL komunal tersebut. Apabila proses pengendapan pada kompartemen pertama kurang maksimal maka dapat menyebabkan penumpukan endapan pada media melekat atau media biofilter sehingga terjadinya *blocking*, kemudian air limbah hanya melewati pori-pori media biofilter yang belum tersumbat. Sehingga kurang maksimalnya kinerja dari

media biofilter. Proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerobik baik untuk menyisihkan zat organik, tetapi tidak baik atau tidak efisien dalam menyisihkan atau mengurai N (nitrogen) dan P (fosfor) di dalam air limbah (Praptiwi, 2017). Berdampak negatif terhadap sistem pengolahannya sehingga penguraian zat organiknya menjadi tidak efisien.

#### d. Parameter TSS

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter TSS hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Nilai TSS IPAL Komunal

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium BARISTAND Aceh)

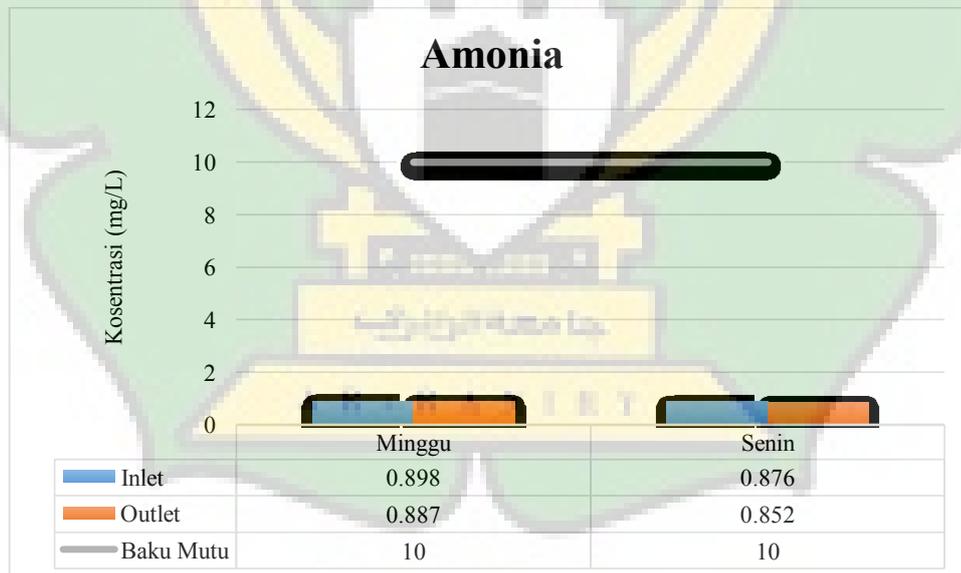
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwasanya konsentrasi TSS pada air limbah domestik yang cukup tinggi dan dapat dilihat pada *inlet* IPAL komunal. Konsentrasi TSS pada *inlet* IPAL komunal adalah 128 mg/L (minggu) dan 113 mg/L (senin). Tingginya padatan yang terkandung di dalam air limbah domestik ini bersumber terbesarnya adalah dari kakus/WC. Konsentrasi TSS pada efluen IPAL komunal sudah sesuai standar baku mutu yaitu 28 mg/L

(minggu) dan 24 mg/L (senin). Baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah untuk konsentrasi TSS adalah 30 mg/L sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016.

Dari hasil tersebut, diketahui bahwasanya tiap-tiap kompartemen terjadinya proses pengendapan zat organik, sehingga kualitas efluennya yang dihasilkan oleh IPAL komunal ini sudah sesuai dengan standar baku mutu. Sistem anaerob ini sangat efisien dalam menguraikan zat organik di dalam limbah cair (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Apabila semakin lama waktu retensi maka semakin bagus juga kualitas efluen yang di hasilkan.

e. Parameter Amonia ( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter amonia hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Nilai Amonia IPAL Komunal

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala)

Berdasarkan grafik di atas, konsentrasi amonia baik di *inlet* maupun *outlet* sangatlah bagus. Apabila nilai konsentrasi amonia di bulatkan angkanya maka

nilainya adalah 1 (satu). Air limbah yang dihasilkan oleh masyarakat pada Dusun Cendrawasih ini, kandungan amonia sangatlah sesuai dengan baku mutu yang telah di tetapkan oleh pemerintah yaitu 10 mg/L, menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016. Akan tetapi, dalam proses pengolahan untuk penurunan kadar amonia pada IPAL komunal sangat kecil.

f. Parameter Minyak dan Lemak

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter minyak dan lemak hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.13.



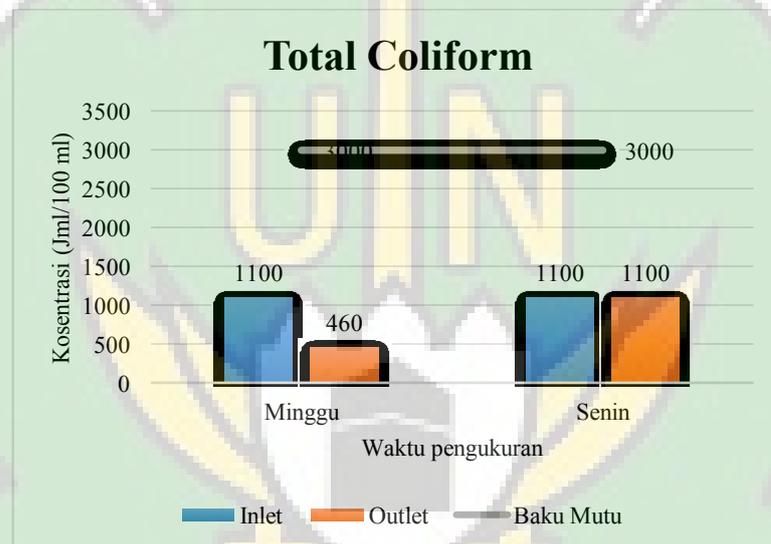
Gambar 4.13 Grafik Nilai Minyak dan Lemak IPAL Komunal  
(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium BARISTAND Aceh)

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwasanya kosentrasi minyak dan lemak di *inlet* maupun *outlet* pada IPAL komunal sangat bagus, karena sesuai dengan baku mutu yang telah di tetapkan pemerintah. Baku mutu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 adalah 5

mg/L. Salah satu penyebab bagusnya kosentrasi minyak dan lemak ini dikarenakan efektifnya kinerja dari bak *grease trap* yang terdapat pada IPAL komunal ini.

g. Parameter *Total Coliform*

Gambar di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara hasil uji parameter *total coliform* hari Minggu dengan hari Senin pada *outlet* IPAL Komunal peunayong dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik Nilai *Total Coliform* IPAL Komunal

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala)

Berdasarkan grafik di atas bahwasanya dapat dilihat kandungan/kosentrasi koliform total yang terdapat di *inlet* IPAL komunal adalah  $>1100$  Jml/100ml baik pada hari Minggu maupun Senin. Sedangkan kosentrasi *total coliform* yang terdapat di *outlet* IPAL komunal adalah 460 Jml/100ml (minggu) dan 1100 Jml/100ml (senin). Pada proses pengolahan yang terdapat pada IPAL komunal dalam menurunkan koliform total sangatlah baik dikarenakan kualitas efluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Baku mutu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 adalah 3000 Jml/100ml.

#### 4.4.3 Analisis Efisiensi IPAL Komunal dalam Mengolah Air Limbah Domestik

Efisiensi *removal* dihitung berdasarkan air yang masuk pada IPAL komunal dan air limbah hasil olahan dari IPAL komunal, sehingga diperoleh lah persentase *removal*. Tujuan dari perhitungan efisiensi ini ialah untuk mengetahui kinerja dari IPAL komunal tersebut dalam mengolah air limbah. Rumus dan hasil perhitungan efisiensi dapat dilihat di bawah ini.

$$\% \text{ Efisiensi } removal = \frac{(\text{inlet} - \text{outlet})}{\text{inlet}} \times 100\%$$

a. Hasil perhitungan efisiensi IPAL komunal pada hari minggu

$$\% \text{ BOD } removal = \frac{(65 - 26,2)}{65} \times 100\% = 59,69 \%$$

$$\% \text{ COD } removal = \frac{(229,2 - 171,8)}{229,2} \times 100\% = 25,04 \%$$

$$\% \text{ TSS } removal = \frac{(128 - 28)}{128} \times 100\% = 78,13\%$$

$$\% \text{ Amonia } removal = \frac{(0,898 - 0,887)}{0,898} \times 100\% = 1,22\%$$

b. Hasil perhitungan efisiensi IPAL komunal pada hari minggu

$$\% \text{ BOD } removal = \frac{(79,2 - 36,1)}{79,2} \times 100\% = 54,42 \%$$

$$\% \text{ COD } removal = \frac{(236,4 - 172,5)}{236,4} \times 100\% = 27,03 \%$$

$$\% \text{ TSS } removal = \frac{(113 - 24)}{113} \times 100\% = 78,76\%$$

$$\% \text{ Amonia } removal = \frac{(0,876 - 0,852)}{0,876} \times 100\% = 2,74\%$$

Tabel 4.2 dan 4.3 merupakan nilai total efisiensi pengolahan air limbah domestik pada IPAL komunal peunayong.

Tabel 4.2 Nilai Total Efisiensi IPAL Komunal (Minggu)

No	Parameter Uji	Hasil Analisis (Minggu)		Efisiensi (%)
		Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	
1	BOD	65	26,2	59,69
2	COD	229,2	171,8	25,04
3	TSS	128	28	78,13
4	Amonia	0,898	0,887	1,22
5	Minyak dan Lemak	0,2	0,2	0,00

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan BARISTAND Aceh)

Tabel 4.3 Nilai Efisiensi IPAL Komunal (Senin)

No	Parameter Uji	Hasil Analisis (Senin)		Efisiensi (%)
		Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	
1	BOD	79,2	36,1	54,42
2	COD	236,4	172,5	27,03
3	TSS	113	24	78,76
4	Amonia	0,876	0,852	2,74
5	Minyak dan Lemak	0,2	0,2	0,00

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan BARISTAND Aceh)

Berdasarkan karakteristik air limbah domestik diperoleh hasil analisis, dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3. Dari hasil tersebut masih ada parameter uji yang tidak memenuhi standar baku mutu air limbah domestik yang telah ditetapkan. Parameter yang tidak sesuai baku mutu adalah seperti COD maupun BOD. Untuk parameter BOD pada hari Minggu sesuai dengan baku mutu

sedangkan pada hari Senin belum sesuai dengan baku mutu. Parameter air limbah domestik selain COD dan BOD, sudah memenuhi baku mutu air limbah domestik.

Nilai efisiensi IPAL komunal ini bervariasi mulai yang tertinggi adalah parameter TSS sampai yang terendah adalah parameter minyak dan lemak. Parameter TSS dengan nilai efisiensi mencapai 78,13% (minggu) dan 78,76% (senin). Parameter minyak dan lemak dengan nilai efisiensi mencapai 0% baik pada hari Minggu maupun pada hari Senin.

Untuk parameter BOD dengan nilai efisiensi mencapai 59,69% (minggu) dan 54,42% (senin). Untuk memenuhi baku mutu BOD pada hari Senin maka nilai efisiensi yang harus dipenuhi minimal adalah 62,12%. Parameter COD dengan nilai efisiensi mencapai 25,04% (minggu) dan 27,03 (senin). Untuk memenuhi standar baku mutu COD maka nilai efisiensi yang harus dicapai minimal adalah 56,37% (minggu) dan 57,70% (senin). Sedangkan untuk parameter amonia dengan nilai efisiensi mencapai 1,22% (minggu) dan 2,74% (senin).

Hasil tersebut belum memenuhi dari kriteria desain efisiensi pengolahan air limbah domestik yaitu 90% - 95%. Oleh karena itu, dengan hasil yang demikian kinerja dari IPAL komunal tersebut masih belum maksimal selain masih belum memenuhi standar kriteria desain efisiensi dan beberapa parameter yang belum memenuhi standar baku mutu. Efisiensi penurunan dapat dipengaruhi dari beberapa faktor seperti waktu tinggal dan beban influen (Said I. N., 2017).

#### **4.5 Redesain IPAL Komunal**

Terdapat beberapa parameter uji yang melebihi baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 seperti parameter BOD dan COD pada IPAL komunal Gampong Peunayong. Permasalahan tersebut dikarenakan kurang maksimalnya kinerja mikroorganisme pengurai dalam mendegradasi polutan yang terdapat di dalam air limbah. Tidak maksimalnya kinerja dari mikroorganisme pengurai tersebut dikarenakan terjadinya penurunan fase hidup mikroorganisme di dalam reaktor, sehingga jumlah mikroorganisme yang ada menjadi berkurang.

Proses biofilter anaerob ini, polutan organik yang terdapat di dalam air limbah akan diurai oleh mikroorganisme pengurai menjadi gas karbon dioksida dan metana tanpa menggunakan bantuan *blower* (Said I. N., 2017). Teknologi pengolahan air limbah yang paling banyak yang digunakan/dipilih dalam skala permukiman berbasis masyarakat adalah sistem pengolahan anaerob. Hal yang menjadi dasar pertimbangan adalah kemudahan dalam pengoperasiannya dan tidak memerlukan injeksi oksigen (Iskandar, Fransisca, Arianto, & Ruslan, 2016).

Oleh karena itu, perlunya dilakukan redesain IPAL komunal supaya tidak optimalnya kinerja dari IPAL komunal sebelumnya. Beberapa kendala yang terdapat pada desain sekarang yaitu, tidak adanya spesifikasi dari IPAL komunal yang telah ada dan desain yang tidak sesuai dengan konsisi eksisting. Teknologi pengolahan yang dipilih masih sama yaitu sistem biofilter anaerobik. Proses pengolahan menggunakan biofilter anaerob menggunakan media biofilter. Jenis media biofilter yang dipilih dalam perencanaan ini berbeda dengan jenis media biofilter yang terdapat pada unit pengolahan yang sekarang. Jenis media biofilter yang digunakan sekarang yaitu bio-ball (*random packing*), sedangkan jenis media yang di rencanakan yaitu media terstruktur (*structured packings*).

Menurut Said (2017), untuk memilih jenis atau tipe media biofilter yang akan digunakan ada beberapa aspek penting yang harus diperhatikan diantaranya adalah luas permukaan spesifik, fraksi volume rongga, diameter celah bebas, ketahanan terhadap kebuntuan, jenis material, harga persatuan luas permukaan, kekuatan mekanik, berat media, fleksibilitas, perawatan, konsumsi energi, serta sifat dapat basah (*wattability*)". Sehingga jenis media yang paling baik adalah tipe media terstruktur.

#### 4.5.1 Debit Air Limbah

Perhitungan debit air limbah pada perencanaan IPAL komunal di Dusun Cendrawasih Gampong Peunayong dengan perhitungan menggunakan asumsi angka pemakaian air bersih dan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pemakaian Air Bersih

No	Pengguna Bangunan	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghun/hari
2	Rumah susun	100	Liter/penghun/hari
3	Asrama	120	Liter/penghun/hari
4	Rumah sakit	500	Liter/tempat tidur/hari
5	Sekolah dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba/Toko pengencer	5	Liter/m <sup>2</sup>
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/org/hari
13	Gd. Serba guna	25	Liter/kursi
14	Pribadatan	5	Liter/org (belum termasuk wudu')

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

Tipe perumahan yang tersambung dengan IPAL komunal ini merupakan ruko/rukan. Besar pemakaian air bersih yang akan menjadi air limbah dapat diperkirakan 70% sampai dengan 80% (Pratiwi & Purwanti, 2015). Oleh karena itu, asumsi perhitungan debit air limbah dengan persamaan di bawah ini:

$$Q \text{ air bersih} = \text{Kebutuhan air bersih perorang} \times \text{Jumlah penduduk}$$

$$Q \text{ air limbah} = (70\% - 80\%) \times Q \text{ air bersih}$$

Diketahui :

Kebutuhan air bersih perorang: 100 Liter/penghuni dan pegawai/hari

Jumlah penduduk : 180 Jiwa

$$Q \text{ air bersih} = 100 \text{ Liter/penghuni dan pegawai/hari} \times 180 \text{ Jiwa}$$

$$= 18000 \text{ liter/hari}$$

$$= 18 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ air limbah} = 80\% \times 18 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 14,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi debit air limbah yang di hasilkan adalah 14,4 m<sup>3</sup>/penghuni dan pegawai/hari

#### 4.5.2 Kapasitas Unit Pengolahan

Unit pengolahan IPAL komunal tipe konvensional dengan kapasitas pengolahan air limbah:

Kapasitas pengolahan : 15 m<sup>3</sup>/hari

Jenis air limbah : Air limbah domestik

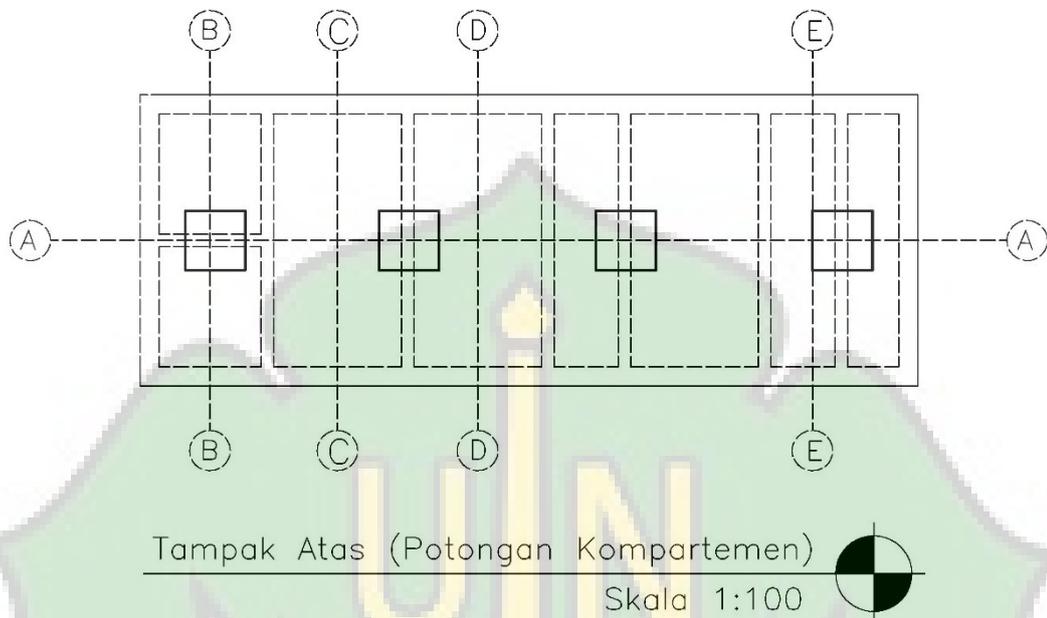
BOD air limbah : 79 mg/L tetapi konsentrasi BOD dalam perencanaan mencapai 158 mg/L.

COD air limbah : 236 mg/L

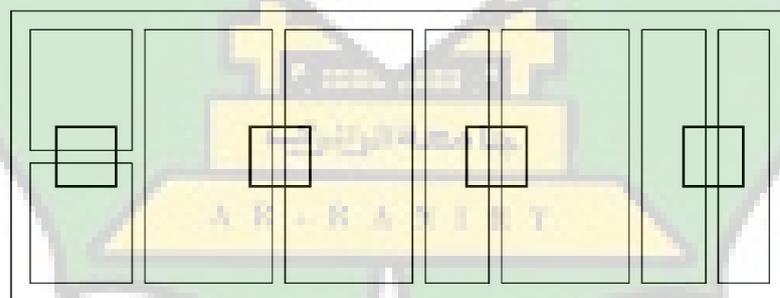
TSS air limbah : 113 mg/L

Amonia air limbah : 1 mg/L

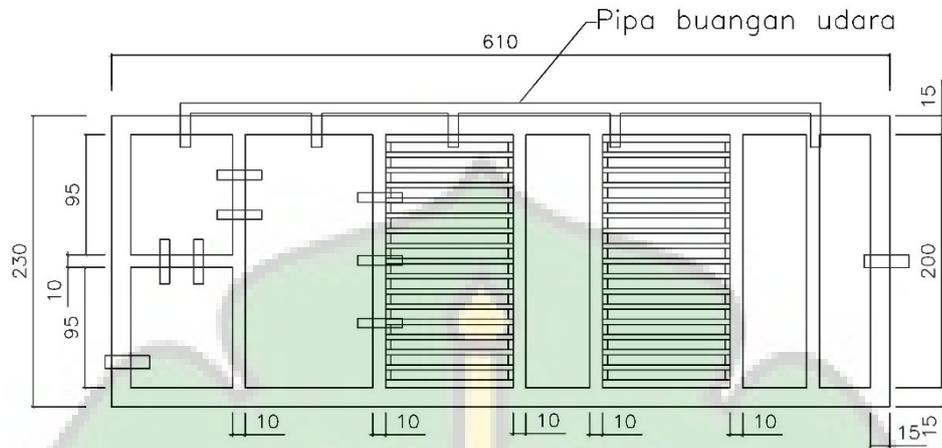
ML air limbah : 0,2 mg/L



Gambar 4.15 Desain Bak Pemisah Lemak, Bak Pengendapan Awal, Bak Anaerob dan Bak Pengendapan Akhir (Letak Potongan)

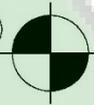


Gambar 4.16 Desain Bak Pemisah Lemak, Bak Pengendapan Awal, Bak Anaerob dan Bak Pengendapan Akhir (Tampak Atas)

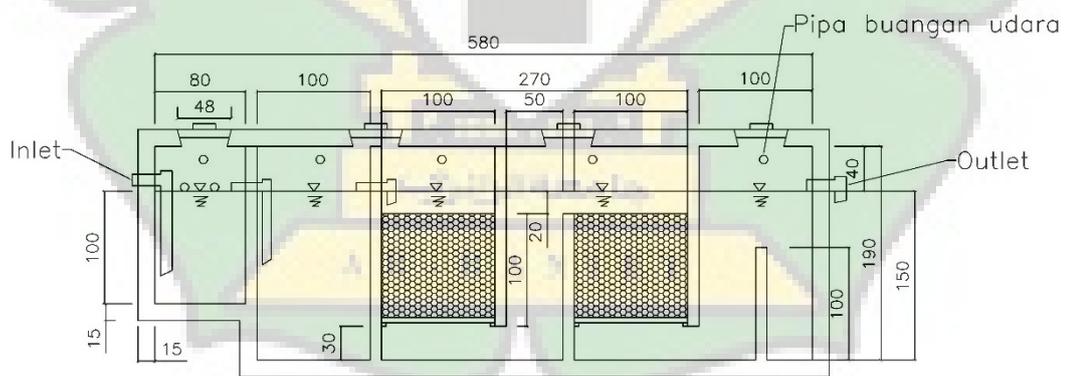


Tampak Atas (Penyangga Media)

Skala 1:100



Gambar 4.17 Kontruksi Penyangga Media



Tampak Samping (Potongan A-A)

Skala 1:100



Gambar 4.18 Desain Unit Pengolahan (Potongan A – A)

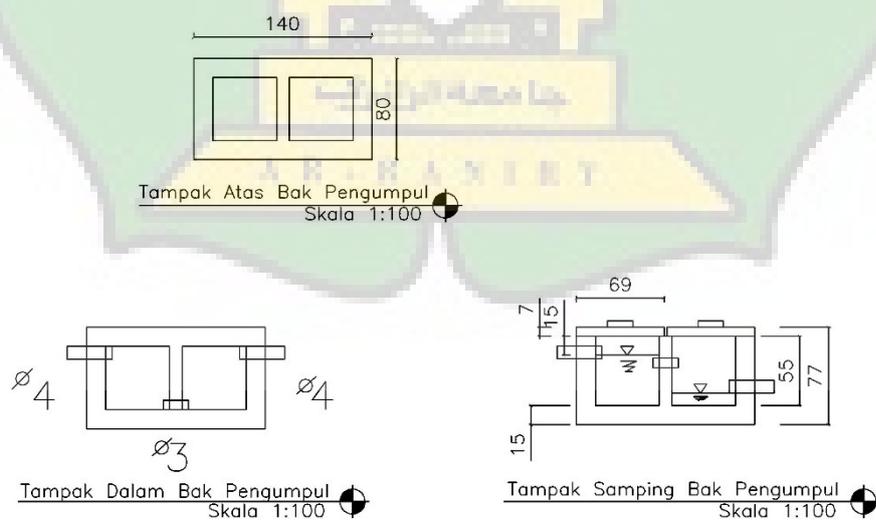
### 4.5.3 Kriteria Perencanaan

#### a. Bak pengumpul air limbah

Bak pengumpul air limbah domestik ini berada pada ujung jaringan perpipaan air limbah (Said & Widayat, 2019)

Demensi bak pengumpul:

Panjang efektif	: 100 cm
Lebar efektif	: 50 cm
Kedalaman efektif	: 40 cm
Tinggi ruang kosong	: 15 cm
Tebal dinding	: 15 cm
Tebal dinding samping	: 15 cm
Tebal dinding dasar	: 15 cm
Jumlah ruang	: 2 ruang
Jumlah	: 1 unit
Bahan	: Beton bertulang
Perlengkapan	: <i>Manhole</i>



Gambar 4.19 Desain Bak Pengumpul Air Limbah

b. Desain bak *grease trap*

Bak *grease trap* atau pemisah lemak ini merupakan tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari 2 (dua) buah ruangan. Waktu retensi yang direncanakan adalah 2,5 jam.

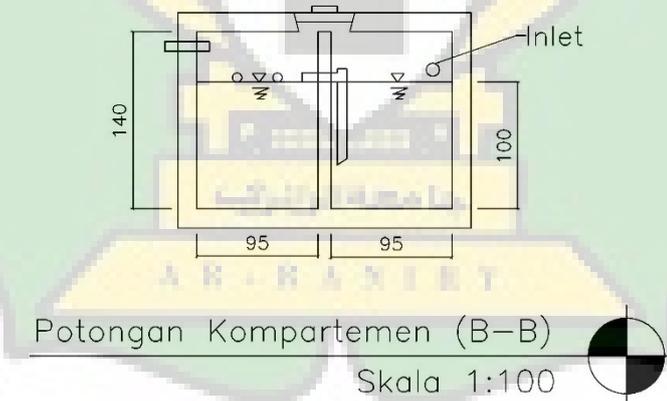
$$\begin{aligned}\text{Debit air limbah} &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,625 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\text{Volume efektif bak} = 0,625 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,5 \text{ jam} = 1,56 \text{ m}^3$$

Dimensi bak:

$$\begin{aligned}\text{Lebar efektif} &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Panjang efektif} &= 2 \text{ m} \\ \text{Kedalaman air} &= 1 \text{ m} \\ \text{Ruang bebas} &= 0,4 \text{ m} \\ \text{Volume efektif} &= 2,4 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cek: waktu tinggal air limbah di dalam bak} &= 1,6 \text{ m}^3 / 0,625 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 2,5 \text{ jam}\end{aligned}$$



Gambar 4. 20 Desain Bak Pemisah Lemak (Potongan B – B)

## c. Bak pengendapan awal

Untuk bak pengendap awal:

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,625 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Waktu tinggal perencanaan bak pengendapan awal ini adalah 4,5 jam

$$\begin{aligned} \text{BOD masuk} &= 158 \text{ mg/L (perencanaan)} \\ \text{Efisiensi} &= 25\% \text{ (Said \& Widayat, 2019)} \\ \text{BOD keluar} &= 118,5 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

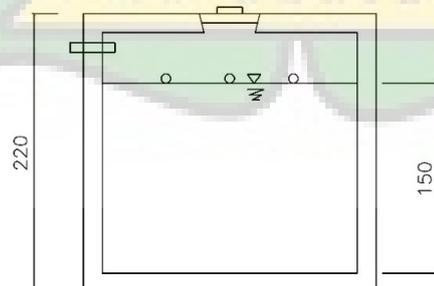
$$\begin{aligned} \text{Sehingga volume bak yang diperlukan} &= (4,5 \text{ jam} / 24 \text{ jam}) \times 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak:

$$\begin{aligned} \text{Lebar efektif} &= 1 \text{ m} \\ \text{Panjang efektif} &= 2 \text{ m} \\ \text{Kedalaman air} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Ruang bebas} &= 0,4 \text{ m} \\ \text{Volume efektif} &= 3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

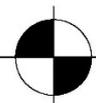
$$\begin{aligned} \text{Cek: waktu tinggal air limbah di dalam bak} &= (3 \text{ m}^3) / (0,625 \text{ m}^3/\text{jam}) \\ &= 4,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban permukaan (surface loading) rata-rata} &= (15 \text{ m}^3/\text{hari}) / (2 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \\ &= 7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$



Potongan Kompartemen (C-C)

Skala 1:100



Gambar 4.21 Desain Bak Pengendapan Awal (Potongan C – C)

## d. Bak biofilter anaerob

Untuk bak biofilter anaerob:

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,625 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{BOD masuk} = 118,5 \text{ mg/L}$$

$$\text{Efisiensi} = 80\% \text{ (Said I. N., 2017)}$$

$$\text{BOD keluar} = 23,7 \text{ mg/L}$$

Dalam pengolahan air limbah dengan sistem biofilter standar beban BOD per volume media adalah (0,4 - 4,7) kg BOD/ m<sup>3</sup>.hari (Said & Widayat, 2019). Standar beban BOD yang digunakan dalam merancang IPAL komunal ini adalah 0,4 kg BOD/ m<sup>3</sup>.hari.

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD di dalam air limbah} &= (15 \text{ m}^3/\text{hari}) \times (118,5 \text{ g/ m}^3) \\ &= 1777,5 \text{ g/hari} \\ &= 1,77 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media yang diperlukan} &= (1,77 \text{ kg/hari}) / (0,4 \text{ kg BOD/ m}^3.\text{hari}) \\ &= 4,425 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume media adalah 60% dari total volume reaktor

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor yang diperlukan} &= (100/60) \times (4,425 \text{ m}^3) \\ &= 7,37 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal di alam reaktor anaerob} &= (7,37 \text{ m}^3 / 15 \text{ m}^3/\text{hari}) \times (24 \\ \text{jam/hari}) &= 11,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dimensi bak:

$$\text{Panjang efektif} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar efektif} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah ruang} = \text{dibagi menjadi 2 ruang}$$

$$\text{Volume efektif} = 7,5 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Cek: waktu tinggal air limbah di dalam bak} &= (7,5 \text{ m}^3) / (0,625 \text{ m}^3/\text{jam}) \\ &= 12 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi ruang lumpur} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi air diatas } bad \text{ media} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi } bad \text{ media pembiakan mikroba} = 100 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total media pada bak biofilter anaerob} &= (1 \times 2 \times 2) \text{ m} \\ &= 4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD loading per volume media} &= (1,77 \text{ kg BOD/ m}^3) / (4 \text{ m}^3) \\ &= 0,4425 \text{ kg BOD/ m}^3.\text{hari} \end{aligned}$$

Jika media yang dipakai memiliki luas spesifik  $\pm 150 \text{ m}^2/\text{m}^3$

$$\begin{aligned} \text{BOD loading per luas permukaan media} &= (442,5 \text{ g BOD/ m}^3.\text{hari}) / (150 \\ &\quad \text{m}^2/\text{m}^3) \\ &= 2,95 \text{ g BOD/ m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$



Gambar 4.22 Desain Bak Anaerob (Potongan D – D)

e. Bak pengendapan akhir

Untuk bak pengendapan akhir:

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,625 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{BOD masuk} = 23,7 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD keluar} = 23,7 \text{ mg/L}$$

Waktu tinggal perencanaan bak pengendapan akhir ini adalah 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Volume bak yang diperlukan} &= (4,5 \text{ jam} / 24 \text{ jam}) \times (15 \text{ m}^3/\text{hari}) \\ &= 2,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak:

$$\text{Lebar efektif} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang efektif} = 2 \text{ m}$$

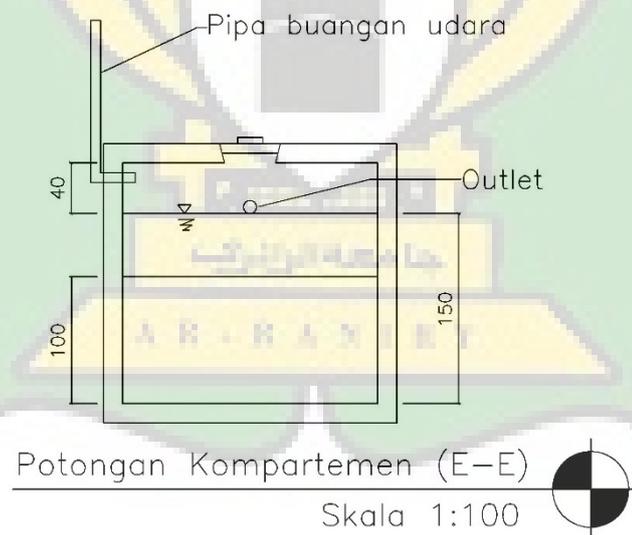
$$\text{Kedalaman air} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Volume efektif} = 3 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Cek: waktu tinggal air limbah di dalam bak} &= (3 \text{ m}^3) / (0,625 \text{ m}^3/\text{jam}) \\ &= 4,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban permukaan (surface loading) rata-rata} &= (15 \text{ m}^3/\text{hari}) / (2 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \\ &= 7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$



Gambar 4.23 Desain Bak Pengendapan Akhir (Potongan E – E)

f. Media pembiakan mikroba

Media biofilter yang digunakan ialah media dari bahan plastik yang ringan, mempunyai luas spesifik yang besar, tahan lama, porositas rongga yang besar sehingga resiko terjadinya pampat media lebih kecil.

Spesifikasi media biofilter yang digunakan (Said I. N., 2017):

Material	= PVC sheet
Ukuran modul	= 25 cm x 30 cm x 30 cm
Tipe media pembiakan	= Tipe sarang tawon
Ketebalan	= (0,15 – 0,2) mm
Luas kontak spesifik	= 150 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Diameter lubang	= 3 cm x 3 cm
Warna	= hitam atau transparan
Berat spesifik	= (30 – 35) kg/ m <sup>3</sup>
Porositas rongga	= 0,98

Jumlah total media yang dibutuhkan adalah 4 m<sup>3</sup>

Untuk desain unit-unit pengolahan dan unit pendukung pengolahan IPAL komunal anaerobik secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran D.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

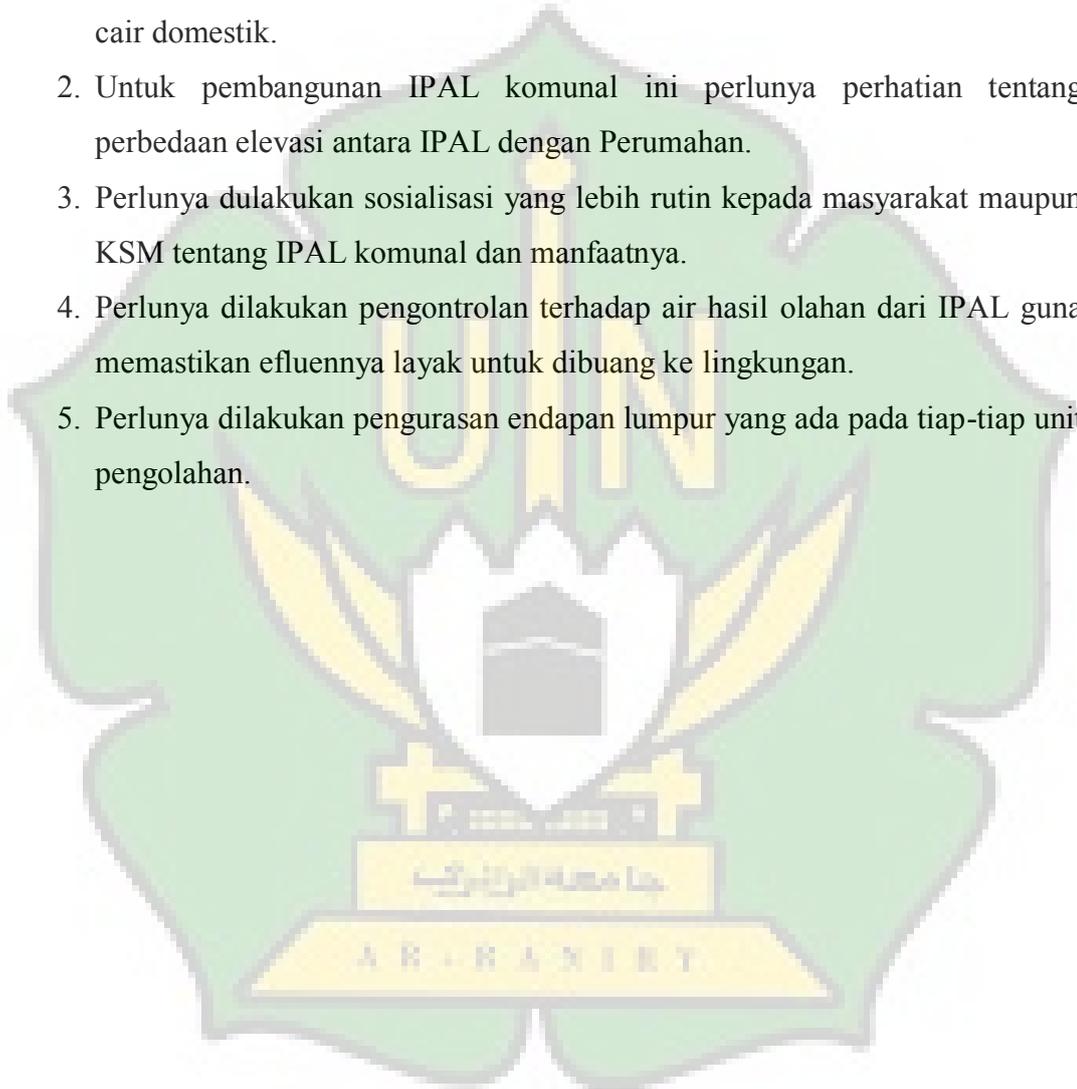
Dari rumusan masalah dan pembahasan diatas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong menggunakan proses biofilter anaerobik, sedangkan pada *Detail Engineering Desains* (DED) menggunakan proses biofilter *hybrid* atau kombinasi antara proses anaerobik dengan aerobik. Pada kondisi eksisting air limbah dari MCK di alirkan ke perpipaan kemudian langsung masuk ke bak *grease trap*. Seharusnya jika sesuai dengan DED, air limbah yang dialirkan ke dalam perpipaan sebelum masuk ke bak *grease trap* harus masuk ke bak *manhole* terlebih dahulu.
2. Sistem operasional IPAL komunal ini belum berfungsi secara maksimal walaupun sudah terbentuk Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) yang berfungsi sebagai pengelola IPAL komunal ini.
3. Hasil pengujian efluen IPAL komunal untuk Parameter seperti pH, TSS, Amonia, Minyak dan Lemak dan *Total Coliform* sudah memenuhi standar baku mutu. Untuk parameter BOD pada hari Minggu sesuai baku mutu tetapi pada hari Senin melebihi baku mutu. Sedangkan untuk parameter COD tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair Domestik.

## 5.2 Saran

Adapun saran ataupun masukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlunya penelitian lanjutan tentang uji kualitas air limbah domestik pada *inlet* dan *outlet* IPAL komunal Peunayong tiap hari dalam waktu seminggu guna mengetahui berapa nilai rata-rata konsentrasi tiap parameter uji limbah cair domestik.
2. Untuk pembangunan IPAL komunal ini perlunya perhatian tentang perbedaan elevasi antara IPAL dengan Perumahan.
3. Perlunya dilakukan sosialisasi yang lebih rutin kepada masyarakat maupun KSM tentang IPAL komunal dan manfaatnya.
4. Perlunya dilakukan pengontrolan terhadap air hasil olahan dari IPAL guna memastikan efluennya layak untuk dibuang ke lingkungan.
5. Perlunya dilakukan pengurasan endapan lumpur yang ada pada tiap-tiap unit pengolahan.



## 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-unit-pengolah-limbah>
- Akbar, M. A. (2015). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Panakukang Kotamadya Makassar. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik*.
- Anwar. (1997). *Sanitasi Makanan dan Minuman pada Institusi Pendidikan Tenaga Sanitasi, Pusat pendidikan Tenaga Sanitasi*. Jakarta: Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan Depkes RI.
- Astono, W. (2010). Problem Sanitasi, Karakteristik Sosial Ekonomi dan Upaya Pemberdayaan Masyarakat Nelayan di wilayah Pesisir Pekalongan. *Jurnal Ekosains*, Vol. II No. 2 Juli 2010.
- Azwar. (2007). *Sikap Manusia dan Pengukurannya*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Azwar, A. (1996). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2019). *Kota Banda Aceh Dalam Angka*. Banda Aceh: BPS Kota Banda Aceh.
- BKM Gampong Peunayong. (2017). *Laporan Pertanggung Jawaban (LPJ)*. Gampong Peunayong.
- BKM Gampong Peunayong. (2017). *Proposal Usulan Kegiatan*. Gampong Peunayong.
- Chandra, B. (2005). *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Buku Kedokteran.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerj. (2014). *Buku Petunjuk Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat*. Jakarta.
- Eddy, M. a. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. USA: McGraw-Hill.

- Herlambang, A., & Marsidi. (2003). Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat. *J, Teknik Lingkungan, IV(1)*.
- Ingnasius, D. A. (1999). Lumpur Aktif: Alternatif Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan dan Lingkungan (3)*, 25-38.
- Iskandar, S., Fransisca, I., Arianto, E., & Ruslan, A. (2016). *Sitem Pengolahan Air Limbah Domestik - Terpusat Skala Permukiman*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Karyadi, L. (2010). Partisipasi Masyarakat dalam Program Instalasi Pengolahan air limbah (IPAL) Komunal di RT. 30 Kelurahan Warung boto Kecamatan Umbulharjo. *Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Perencanaan*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2016). *Buku 3 Pembangunan Infrastruktur SANIMAS IDB (Islamic Developmen Bank)*. Jakarta.
- Kodoetie, & Cordova, S. (. (2008). Kajian Air Limbah Domestik di Perumahan Bantar Kemang, Kota Bogor dan Pengaruhnya pada Sungai Ciliwung. *Skripsi, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan kelautan Institut Pertanian Bogor*.
- Li, F. (2009). Treatment of Household Grey Water for non-potable Reuses. *PhD Thesis*.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, No. 04/Prt/M/2017*. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Permukiman (KSNP-SPALP), No. 16/Prt/M/2008*. Jakarta.

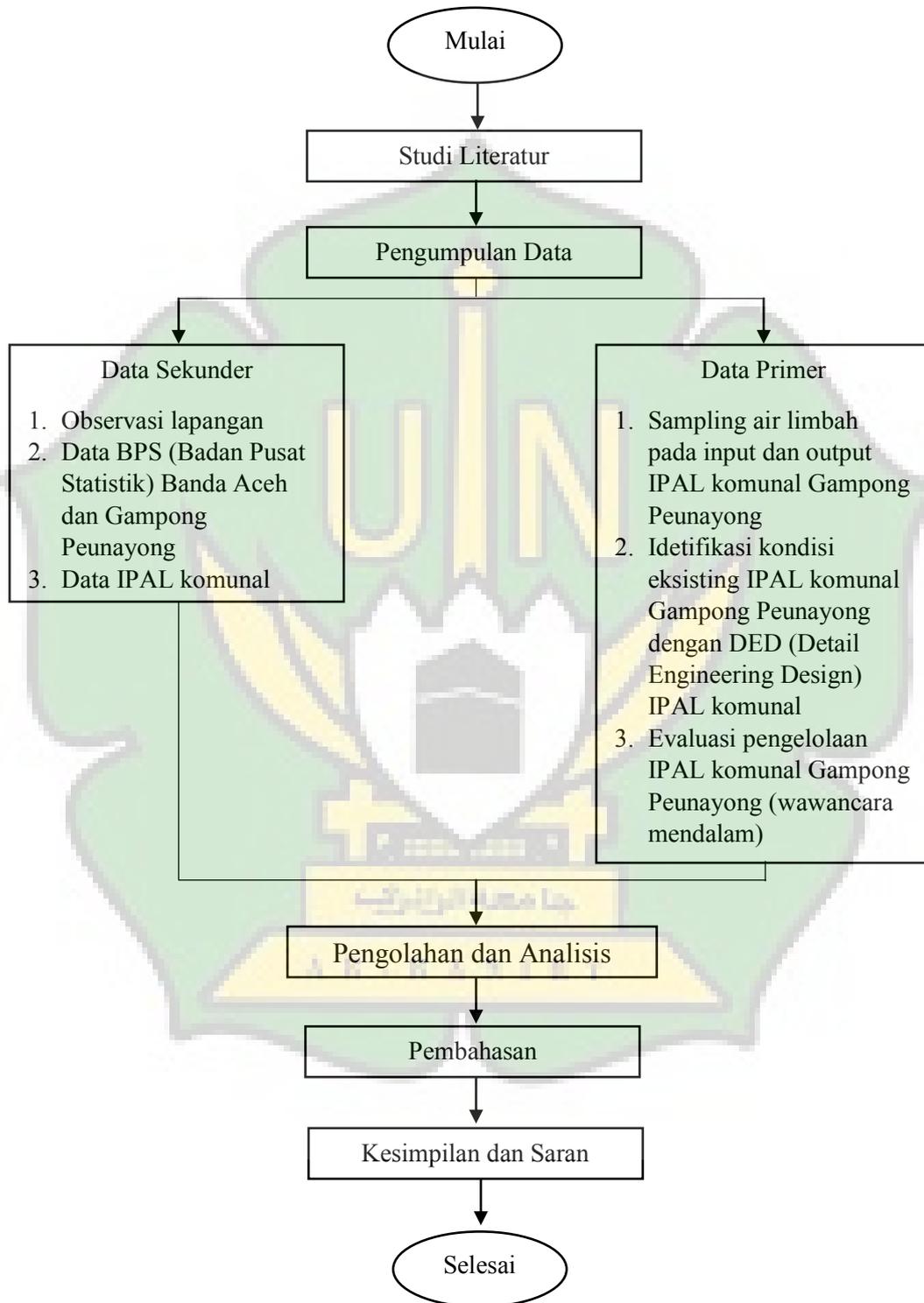
- Muqorrobin, A., & dkk. (2012). *Penerapan Sistem Taman Rawa Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga*.
- Notoatmodjo. (2003). *Pendidikan dan Prilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palangda, F. (2015). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar. *Jurnal Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik*.
- Pemerintah Gampong Peunayong. (2019). *Peta Deleniasi Flag Gampong*. BKM Gampong Peunayong: <http://peunayong-gp.bandaacehkota.go.id/bkm/>
- Pemerintah Kota Banda Aceh. (2019). *IPAL Komunal di Gampong Rukoh Resmi Beroperasi*. <https://bandaacehkota.go.id/berita/12385/ipal-komunal-di-gampong-rukoh-resmi-beroperasi.html>, 7 Januari 2019.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Kementrian Negara Lingkungan Hidup.
- Praptiwi, E. R. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Dan Sistem Daur Ulang Air Hotel Budget Di Kota Surabaya. *Tugas Akhir*.
- Pratiwi, S. R., & Purwanti, F. I. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 4 (ISSN 2337-3539).
- Purwanto, S., & dkk. (2001). *Penyediaan Air Bersih, Proyek Pengembangan Pendidikan Tenaga Sanitasi Pusat Pendidikan dan Latihan Pegawai*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Rahmi, P. (2012). Pengolahan Limbah Domestik Menjadi Biogas Melalui Proses Anaerob. *Skripsi Teknik Kimia*.
- Rhomaidi. (2008). Pengelolaan Sanitasi Secara Terpadu Sungai Widuri: Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta. *Skripsi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*.
- Riolanda, H. V. (2017). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Komunal Di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan*.

- Risyana, S. (2005). Partisipasi Masyarakat dalam Pembangunan Sanitasi di Beberapa Kota di Jawa Timur dan Bali. *Prosiding Seminar First Participatory Planning and Development Conference*.
- Riyadi, S. (1984). *Pencemaran Air, Seri Lingkungan Dasar-Dasar dan Pokok-Pokok penanggulangan*. Surabaya: Karya Anda.
- Said, I. N. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Said, I. N., & Widayat, W. (2019). *Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Said, N. I., & Ruliasih, d. (2005). Tinjauan Aspek Teknispemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah . *I(3)*, 272-281.
- Setiady, M. H. (2018). *Banda Aceh memiliki 20 unit pengolah limbah*. <https://aceh.antaraneews.com/berita/51122/banda-aceh-miliki-20-unit-pengolah-limbah>
- Setiawan. (2008). *Perawatan Mekanika Mesin Produksi*. Yogyakarta: Maximus.
- Standar Nasional Indonesia. (SNI 03-7065-2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing*.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Manajemen: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi (mixed methods), penelitian Tindakan, Penelitian Evaluasi*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supradata. (2005). *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan. Tesis Magister Ilmu Lingkungan*.
- Suriaman, E., & Juwita. (2008). Uji Kualitas Air. *Jurnal Mikrobiologi Pangan*.
- Sutrisno, T., & dkk. (2004). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: P.T Rineka Cipta.
- Taras, M. J. (1971). *Standard Methods 4th Ed*. Washington: American Public Health.



**LAMPIRAN**

### Lampiran A Diagram Alir Penelitian



## Lampiran B Tahapan Uji Laboratorium

Influen dan Efluen dari IPAL komunal yang diambil untuk dijadikan sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk di lakukan pemeriksaan parameter limbah cair. Parameter uji dan tahapan pemeriksaan adalah sebagai berikut:

### 1) Biochemical Oxygen Demand (BOD)

#### Metode

Metode yang digunakan adalah Winkler (SNI 6989.72-2009)

#### Alat dan bahan

##### Alat

Pada pemeriksaan BOD ini alat yang digunakan adalah:

- a. Botol DO
- b. Pipet volumetrik 2 mL dan 10 mL
- c. Gelas kimia
- d. Buret cokelat
- e. Klem dan statif
- f. Erlenmeyer asah
- g. Pipet tetes
- h. Inkubator
- i. Neraca digital
- j. Pengaduk
- k. Labu ukur 100 mL
- l. Gelas ukur
- m. Kertas saring
- n. Bulp

##### Bahan

Pada pemeriksaan BOD bahan yang digunakan adalah

- a. Sampel air limbah
- b. Air suling
- c. Larutan  $\text{MnSO}_4$

- d. Larutan Alkali Iodide Azida
- e. Larutan  $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$  0,02 N
- f. Larutan  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  4 N
- g. Indikator kanji
- h. Larutan KI 10%

#### **Prosedur kerja**

- a. Disiapkan lah alat maupun bahan yang di perlukan
- b. Disiapkan lah sampel air limbah di dalam botol winkler yang sudah di inkubasi selama 5 hari pada suhu  $20^\circ\text{C}$
- c. Dimasukan larutan  $\text{MnSO}_4$  pipet tetes sebanyak 2 mL kemudian dimasukan larutan  $\text{MnSO}_4$  kedalam botol Winkler lalu dilepas secara perlahan di dasar botol sambil diangkat pelan-pelan
- d. Dimasukan larutan alkali iodide ke dalam pipet, sama seperti cara memasukannya larutan  $\text{MnSO}_4$
- e. Dihomogenkan lah larutan yang terdapat di dalam botol winkler atau di kocok kemudian tunggulah sampai endapan mengendap.
- f. Dipisakan lah endapan dengan cairan jernih, setelah itu cairan jernih dimasukan terlebih dahulu ke dalam erlenmeyer asah, kemudian endapan dilarutkan terlebih dahulu dengan larutan  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  4 N kemudian dituangkan ke dalam erlenmeyer asah yang sama
- i. Dititrasi dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$  0,02 N kemudian di tunggu hingga terjadinya perubahan berwarna menjadi kuning muda seulas
- g. Larutan ditambahkan 2 sampai 3 tetes indikator kanji, dikocock sampai berubah warna menjadi biru
- h. Kemudian dititrasi kembali dengan larutan yang sama sampai larutan tersebut berubah warnanya menjadi biru pekat
- i. Pekerjaan dilakukan duplo.

## 2) Chemical Oxygen Demand (COD)

### Metode

Metode refluks terbuka (SNI 06-6989.15-2004)

### Alat dan bahan

#### Alat

Pada pemeriksaan COD ini alat yang digunakan adalah:

- Refluks yang terdiri dari pendingin *Liebig* 30 cm, labu erlenmeyer
- Hot plate* atau yang hamir sama
- Labu ukur 100 mL dan 1000 mL
- Buret 25 mL atau 50 mL
- Pipet volum 5 mL; 10 mL; 15 mL dan 50 mL
- Erlenmeyer 250 mL (labu refluk)
- Timbangan analitik

#### Bahan

Pada pemeriksaan COD ini bahan yang digunakan adalah

- Larutan kalium dikromat 0,25 N.  
Larutan 12,259 g  $K_2 Cr_2 O_7$  (yang sudah dikeringkan selama 2 jam pada suhu  $150^\circ C$ ) dengan air suling dan tetapkan sampai 1000 mL
- Larutan asam sulfat-perak sulfat  
Ditambahkan 5,5 g  $Ag_2 SO_4$  ke dalam 1 kg asam sulfat pekat atau 10,12 g  $Ag_2 SO_4$  dalam 1000 mL asam sulfat pekat, kemudian di lakukan pengadukan dan biarkan 1 hari sampai 2 hari untuk melarutkannya.
- Larutan Indikator ferroin  
Dilarutkan 1,485 g 1,10 phenanthrolin monohidrat dan 0,695 g  $FeSO_4 \cdot 7H_2 O$  dalam air suling dan encerkan sampai 100 mL.
- Larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N.  
Larutkan 39,2 g  $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2 \cdot 6H_2 O$  ke dalam air suling, ditambahkan 20 mL  $H_2 SO_4$  pekat, didinginkan dan ditepatkan sampai 1000 mL. Bakukan larutan ini dengan larutan baku kalium dikromat 0,25 N.
- Larutan baku potasium hidrogen phthalat (KHP).

Dilartukan 425 mg KHP (yang sudah dihaluskan kemudian dikeringkan dengan suhu 1100 °C), dalam air suling dan ditepatkan sampai 1000 mL. Larutan ini memiliki kadar KOK 500 mg/L O<sub>2</sub> . Apabila disimpan dalam refrigerator bisa digunakan hingga 1 minggu kedepan, selama belum ada pertumbuhan mikroba.

- f. Asam sulfamat.  
10 mg asam sulfamat untuk 1 mg nitrit hanya digunakan jika ada gangguan nitrit,
- g. Serbuk merkuri sulfat, HgSO<sub>4</sub> .
- h. Batu didih

#### **Prosedur kerja**

- a. Pada pipet 10 mL contoh uji, dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL.
- b. Ditambahkan sebanyak 0,2 g serbuk HgSO<sub>4</sub> dan beberapa batu didih.
- c. Ditambahkan 5 mL larutan kalium dikromat, K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub> 0,25 N.
- d. Ditambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat dengan perlahan-lahan kemudian didinginkan dalam air pendingin.
- e. Dihubungkan dengan pendingin Liebig dan dididihkan selama 2 jam diatas hot plate
- f. Didinginkan dan dicuci pada bagian dalam dari alat pendingin dengan air suling sampai volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 mL.
- g. Dinginkan hingga memenuhi temperatur kamar, ditambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, dititrasi dengan larutan FAS 0,1 N hingga warna merah kecoklatan, kemudian dicatat kebutuhan larutan FAS.
- h. Dilakukan langkah a hingga g terhadap air suling sebagai blanko. Dicatat keperluan larutan FAS. Analisis blanko ini sekaligus melakukan pembakuan larutan FAS dan dilakukan setiap penentuan KOK.

### 3) Total bakteri koliform

#### Metode

MPN (*Most Probable Number*)

#### Alat dan bahan

- a. Sampel air limbah yang akan diuji dan Biakan *Escherichia coli*
- b. *Lauryl tryptose broth*
- c. *Brilliant green bile lactose broth* (BGLB)
- d. *E. C broth*
- e. *Eosin methylene blue agar* (EMB)
- f. *Nutrient agar* (agar miring)

#### Prosedur kerja

Hari Pertama

- a. Pipet 10 mL sampel air limbah dalam *lauryl tryptose broth*
- b. Diinokulasi dengan biakan *Escherichia coli* (control positif)
- c. Diinokulasi deretantabung ini pada suhu 35°C selama 48 jam

Hari Kedua

- a. Diamati tabung *Lauryl tryptose broth*
- b. Disediakan tabung kaldu BGLB dan tabung E.C
- c. Diinokulasi kaldu BGLB dan E.C dengan satu mata ose *lauryl tryptose broth* yang menunjukkan hasil positif
- d. Diinkulasi kaldu BGLB pada suhu 35°C selama 48 jam. Diamati pembentukan gas
- e. Diinokulasi kaldu E.C penangas air pada suhu 44,5°C selama 24 jam. Diperhatikan pembentukan gas

Hari Ketiga

- a. Dari tabung BGLB yang menunjukkan hal positif, digore lempeng agar EMB. Diinokulasi pada suhu 35°C selama 24 jam
- b. Dibandingkan angka indeks yang diperlukan oleh dari tabung BGLB dengan tabel MPN untuk koliform.

#### 4) Minyak dan Lemak

##### Metode

Gravimetri (SNI 06-6989.10-2004)

##### Alat dan bahan

###### Alat

Pada pemeriksaan Minyak dan Lemak ini alat yang digunakan adalah:

- a. Neraca analitik
- b. Corong pisah, 2000 mL
- c. Labu destilasi, 125 mL
- d. Corong gelas
- e. Kertas saring, yang berdiameter 11 cm
- f. Alat sentrifugal, yang mampu mencapai putaran hingga 2400 rpm
- g. Pompa vakum
- h. Adapter destilasi dengan drip tip
- i. Penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu dan bisa diatur suhunya
- j. Wadah buangan pelarut
- k. Desikator
- l. Botol gelas mulut lebar

###### Bahan

Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan Minyak dan Lemak adalah

- a. Asam klorida atau asam sulfat, (1 : 1); Dicampur dengan volume yang sama antara asam dan air.
- b. Pelarut organik sebaiknya tidak ada yang tertinggal contohnya residu pada proses destilasi.
- c. n-heksan pada titik didih mencapai 69 °C.
- d. Methyl tert buthyl ether (MTBE) titik didih 55°C sampai dengan 56°C.
- e. Kristal natrium sulfat,  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$  anhidrat.
- f. Campuran pelarut, 80% n-heksan: 20% MTBE v/v.
- g. Pelarut lain: petroleum benzene atau n-heksan atau petroleum ether atau dichloro methane (DMC).

### Prosedur kerja

- a. Contoh uji dimasukkan ke dalam corong pisah. Volume contoh uji ditentukan seluruhnya (timbang berat contoh uji atau tandai botol contoh uji pada meniskus air). Botol contoh uji dibilas dengan 30 mL pelarut organik dan ditambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah.
- b. Selama 2 menit dikocok dengan kuat. Dibiarkan lapisan memisah, dikeluarkan lapisan air.
- c. Lapisan pelarut dikeluarkan melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat, yang keduanya sudah dicuci dengan pelarut, ke pada labu bersih yang sudah dilakukan penimbangan.
- d. Terdapat lebih dari 5 mL emulsi, selama 5 menit pada putaran 2400 rpm dilakukanlah sentrifugasi. Dilakukan pemisahan hasil dari sentrifugasi 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, ke dalam labu bersih yang telah ditimbang.
- e. Digabungkan lapisan air dan emulsi sisa atau padatan dalam corong pisah. Diekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 mL tiap kalinya, sebelumnya cuci dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut.
- f. Diulangi langkah pada butir e) jika terdapat emulsi dalam tahap ekstraksi berikutnya.
- g. Digabungkan ekstrak dalam labu destilasi yang telah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut.
- h. Didestilasi pelarut dalam penangas air pada suhu  $85^\circ\text{C}$ . Untuk memaksimalkan perolehan kembali pelarut lakukan destilasi.
- i. Apabila terlihat kondensasi pada pelarut saat berhenti, kemudian labu dipindahkan dari penangas air. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit, pastikan labu kering lalu ditimbang sehingga diperoleh berat tetap.

## 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) Zat Padat Tersuspensi (Tss)

### Metode

Gravimetri (SNI 06-6989.3-2004)

### Alat dan bahan

#### Alat

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan TSS ini adalah:

- a. Desikator yang berisi silika gel.
- b. Oven, digunakan untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C
- c. Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg
- d. Pengaduk magnetik
- e. Pipet volum;

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan TSS adalah

- a. Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:
  - Digunakan kertas saring whatman grade 934 AH, dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,5 µm ( *Standar for TSS in water analysis*).
  - Digunakan kertas saring gelman type A/E, dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,0 µm ( *Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
  - Digunakan kertas saring E-D *scientific specialities grade 161* (VWR *brand grade 161*) dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,1 µm ( *Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).

- Saringan dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ .
- b. Sampel air limbah
- c. Air suling

#### **Prosedur kerja**

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Dibasahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Diaduk sampel dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- c. Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetik.
- d. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Dipindahkan kertas saring dengan penuh hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Apabila digunakan cawan *Gooch* maka dipindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan dalam oven minimal selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan suhu 105°C, didinginkan dalam desikator guna untuk menyeimbangkan suhu kemudian ditimbang.
- g. Diulangi tahapan pada pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai dengan diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

**Catatan 1** Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.

**Catatan 2** Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

### Perhitungan

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

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg).

### 6) Amonia

#### Metode

Spektrofotometer secara fenat (SNI 06-6989.30-2005)

#### Alat dan bahan

Alat

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan Amonia ini adalah:

- a. Spektrofotometer
- b. Timbangan analitik
- c. Erlenmeyer dengan ukuran 50 mL
- d. Labu ukur dengan ukuran 100 mL, 500 mL dan 1000 mL
- e. Gelas ukur dengan ukuran 25 mL
- f. Pipet volumetrik dengan ukuran 1,0 mL, 2,0 mL, 3,0 mL dan 5,0 mL;
- g. Pipet ukur dengan ukuran 10 mL dan 100 mL
- h. Gelas piala dengan ukuran 1000 mL.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan Amonia adalah

- a. Amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ );
- b. Larutan fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )

Campurkan sebesar 11,1 mL fenol yang dicairkan (kadar fenol lebih besar atau sama dengan 89%) dengan etil alkohol 95% di dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan etil alkohol 95% sampai tanda tera dan dihomogenkan.

**Catatan** Larutan ini harus disiapkan setiap minggu.

c. Natrium nitroprusida ( $C_5FeN_6Na_2O$ ) 0,5%

Dilarutkan 0,5 g natrium nitroprusid dalam 100 mL air suling dan dihomogenkan.

CATATAN Larutan ini dapat bertahan sampai 1 bulan jika disimpan dalam botol gelap.

d. Larutan alkalin sitrat ( $C_6H_5Na_3O_7$ )

Dilarutkan 10 g NaOH dengan 200 g trinitrium sitrat, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, ditambahkan dengan air suling sampai tanda tera dan dihomogenkan.

e. Natrium hipoklorit ( $NaClO$ ) 5%

f. Larutan pengoksidasi

Campur 100 mL larutan alkalin sitrat dengan 25 mL natrium hipoklorit.

**Catatan:** Untuk larutan ini harus dipersiapkan pada setiap kali sebelum pengujian.

**Prosedur kerja**

- Pipet 25 ml contoh uji dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL;
- Ditambahkan 1 mL larutan fenol, dihomogenkan;
- Ditambahkan 1 mL natrium nitroprusid, dihomogenkan;
- Ditambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan;
- Ditutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film;
- Dibiarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna;
- Dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.

**Perhitungan**

Kadar ammonia (mg N/L) =  $C \times fp$

Keterangan:

$C$  = kadar yang di dapat dari hasil pengenceran (mg/L)

$Fp$  = faktor pengenceran

## 7) Derajat keasaman (pH)

### Metode

pH meter (SNI 06-6989.11-2004)

### Alat dan bahan

#### Alat

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan pH ini adalah:

- pH meter dengan perlengkapannya;
- Pengaduk gelas atau magnetik;
- Gelas piala 250 mL;
- Kertas tissue;
- Timbangan analitik; dan
- Termometer.

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan pH adalah

Larutan penyangga 4, 7 dan 10 yang siap pakai dan tersedia dipasaran, atau dapat juga dibuat dengan cara sebagai berikut:

- Larutan penyangga, pH 4,004 (250C). Ditimbangkan 10,12 g kalium hidrogen ptalat,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ , kemudian dilarutkan dalam 1000 mL air suling.
- Larutan penyangga, pH 6,863 (250C). Ditimbangkan 3,387 g kalium hidrogen fosfat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan 3,533 g natrium hidrogen fosfat,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , kemudian dilarutkan dalam 1000 mL air suling.
- Larutan penyangga, pH 10,014 (250C). Ditimbangkan 2,092 g natrium hidrogen karbonat,  $\text{NaHCO}_3$  dan 2,640 g natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , kemudian dilarutkan dalam 1000 mL air suling.

### Prosedur kerja

- Dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya dibilas elektroda dengan air suling.
- Dibilas elektroda dengan contoh uji.

- c. Dichelupkan elektroda ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Dicatat hasil dari pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

### **Lampiran C Pedoman Wawancara**

Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Dusun  
Cendrawasih, Kuta Alam, Banda Aceh

Pertanyaan

#### **(Masyarakat)**

1. Bagaimana tanggapan Anda dengan pembangunan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana tanggapan Anda terhadap perubahan yang terjadi setelah pembangunan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana tanggapannya tentang adanya kebijakan pengelolaan air limbah domestik?
4. Bagaimana bentuk partisipasi Anda terkait pembangunan IPAL komunal dari awal pembangunannya sampai saat ini setelah beroperasi?
  - Apakah Anda juga setuju diberlakukan biaya retribusi guna pemeliharaan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
  - Berikan alasan apabila setuju atau tidak setuju diberlakukan biasa retribusi pemeliharaan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh.

#### **(Pemerintah Desa)**

1. Bagaimana proses berdirinya IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana bentuk partisipasi Anda terkait pembangunan IPAL komunal dari awal pembangunannya sampai saat ini setelah beroperasi?

- Apakah Anda juga setuju diberlakukan biaya retribusi guna pemeliharaan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
  - Berikan alasan apabila setuju atau tidak setuju diberlakukan biaya retribusi pemeliharaan IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana tanggapan masyarakat terkait pembangunan serta operasional IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?

**(Pengelola IPAL komunal)**

1. Bagaimana proses berdirinya IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana tanggapan masyarakat terhadap program IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh? Setelah berdirinya IPAL komunal, apakah masyarakat merasa puas terhadap Program IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
3. Apakah masyarakat dan pemerintah kooperatif terhadap penyelenggaraan maupun operasional Program IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?
4. Bagaimana mekanisme operasional yang diberlakukan pada Program IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh? Siapa saja dan berapa jumlah personel yang terlibat dalam tim pengelola IPAL komunal di Gampong Peunayong Kota Banda Aceh.?
5. Dari mana sumber anggaran pelaksanaan pengelolaan IPAL komunal Gampong Peunayong Kota Banda Aceh.?
6. Bagaimana cara KSM IPAL komunal Gampong Peunayong dalam melakukan kegiatan sosialisasi peran penting masyarakat dalam memelihara IPAL ini? Siapa saja yang terlibat proses sosialisasi?
7. Apa kendala/hambatan dalam manajemen oprasioanal IPAL komunal Gampong Peunayong Kota Banda Aceh?







## Lampiran F Hasil Dokumentasi



Wawancara dengan Narasumber (Keuchik)



Wawancara dengan Narasumber (Masyarakat)



Wawancara dengan Narasumber (Pengelola)



Pengambilan sampel di *inlet* IPAL



Pengambilan sampel di *outlet* IPAL



Sampel air limbah



Pengujian sampel di LAB



Pengujian sampel di LAB

## Lampiran G Hasil Uji Laboratorium



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS SYIAH KUALA**  
**UPT. LABORATORIUM TERPADU**  
**DARUSSALAM-BANDA ACEH**

Jl. Tgk. Syech Abdur Rauf No. 10 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Laman: www.lpt.unsyiah.ac.id, E-mail: sekretariat@lpt.unsyiah.ac.id

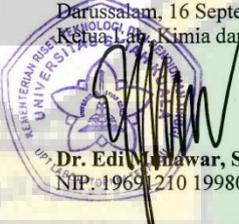
### LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 182/LPT-UNSYIAH/KL/IX/2019

Nama Pelanggan : Syamsud Dhuha  
 Alamat Pelanggan : Jurusan Teknik Lingkungan, UIN Arraniry  
 Jl. Ibnu Sina, No. 2 Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Tanggal di Terima : 10 September 2019  
 Tanggal di Analisa : 10-16 September 2019  
 Parameter Analisa : pH  
 Baku Mutu : Permen LHK No 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah  
 Domestik  
 Metode Analisa : SNI 06-6989.11-2004

No.	Identitas Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Inlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Minggu	-	6-9	6,92	
2.	Outlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Minggu	-	6-9	6,93	
3.	Inlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Senin	-	6-9	6,98	
4.	Outlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Senin	-	6-9	6,94	

Darussalam, 16 September 2019  
 Ketua Lab. Kimia dan Lingkungan,

  
**Dr. Edi Mahawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP. 19691210 199802 1001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS SYIAH KUALA**  
**UPT. LABORATORIUM TERPADU**  
**DARUSSALAM-BANDA ACEH**

Jl. Tgk. Syech Abdur Rauf No. 10 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Laman: www.lpt.unsyiah.ac.id, E-mail: sekretariat@lpt.unsyiah.ac.id

**LEMBAR HASIL UJI**

Nomor: 183/LPT-UNSYIAH/KL/IX/2019

Nama Pelanggan : Syamsud Dhuha  
 Alamat Pelanggan : Jurusan Teknik Lingkungan, UIN Arraniry  
 Jl. Ibnu Sina, No. 2 Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Tanggal di Terima : 10 September 2019  
 Tanggal di Analisa : 10-16 September 2019  
 Asal Contoh : Inlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Minggu  
 Jenis Uji : Limbah IPAL  
 Baku Mutu : PermenLHK No 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah  
 Domestik

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
<b>I. Kimia</b>					
1.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/l	30	65,0	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	229,2	
3.	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	0,898	
<b>II. Biologi</b>					
1.	Total Coliform	Jml/100 ml	3.000	>1.100	

Darussalam, 16 September 2019  
 Ketua Laboratorium Kimia dan Lingkungan,

**Dr. Edi Munawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP: 196902101998021001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS SYIAH KUALA**  
**UPT. LABORATORIUM TERPADU**  
**DARUSSALAM-BANDA ACEH**

Jl. Tgk. Syech Abdur Rauf No. 10 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Laman: www.lpt.unsyiah.ac.id, E-mail: sekretariat@lpt.unsyiah.ac.id

**LEMBAR HASIL UJI**

Nomor: 184/LPT-UNSYIAH/KL/IX/2019

Nama Pelanggan : Syamsud Dhuha  
 Alamat Pelanggan : Jurusan Teknik Lingkungan, UIN Arraniry  
 Jl. Ibnu Sina, No. 2 Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Tanggal di Terima : 10 September 2019  
 Tanggal di Analisa : 10-16 September 2019  
 Asal Contoh : Outlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Minggu  
 Jenis Uji : Limbah IPAL  
 Baku Mutu : PermenLHK No 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah  
 Domestik

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
<b>I. Kimia</b>					
1.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/l	30	26,2	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	171,8	
3.	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	0,887	
<b>II. Biologi</b>					
1.	Total Coliform	Jml/100 ml	3.000	460	

Darussalam, 16 September 2019  
 Ketua Lab. Kimia dan Lingkungan,

**Dr. Edi Munawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP. 19691210 199802 1001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS SYIAH KUALA**  
**UPT. LABORATORIUM TERPADU**  
**DARUSSALAM-BANDA ACEH**

Jl. Tgk. Syech Abdur Rauf No. 10 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Laman: www.lpt.unsyiah.ac.id, E-mail: sekretariat@lpt.unsyiah.ac.id

**LEMBAR HASIL UJI**

Nomor: 185/LPT-UNSYIAH/KL/IX/2019

Nama Pelanggan : Syamsud Dhuha  
 Alamat Pelanggan : Jurusan Teknik Lingkungan, UIN Arraniry  
 Jl. Ibnu Sina, No. 2 Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Tanggal di Terima : 10 September 2019  
 Tanggal di Analisa : 10-16 September 2019  
 Asal Contoh : Inlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Senin  
 Jenis Uji : Limbah IPAL  
 Baku Mutu : PermenLHK No 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah  
 Domestik

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
<b>I. Kimia</b>					
1.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/l	30	79,2	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	236,4	
3.	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	0,876	
<b>II. Biologi</b>					
1.	Total Coliform	Jml/100 ml	3.000	>1.100	

Darussalam, 16 September 2019  
 Ketua UPT Kimia dan Lingkungan,

  
**Dr. Edy Munawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP. 195912101998021001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS SYIAH KUALA**  
**UPT. LABORATORIUM TERPADU**  
**DARUSSALAM-BANDA ACEH**

Jl. Tgk. Syech Abdur Rauf No. 10 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Laman: www.lpt.unsyiah.ac.id, E-mail: sekretariat@lpt.unsyiah.ac.id

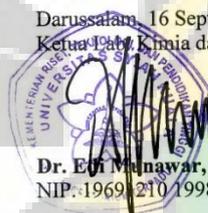
**LEMBAR HASIL UJI**

Nomor: 186/LPT-UNSYIAH/KL/IX/2019

Nama Pelanggan : Syamsud Dhuha  
 Alamat Pelanggan : Jurusan Teknik Lingkungan, UIN Arraniry  
 Jl. Ibnu Sina, No. 2 Darussalam, Banda Aceh 23111  
 Tanggal di Terima : 10 September 2019  
 Tanggal di Analisa : 10-16 September 2019  
 Asal Contoh : Outlet IPAL Komunal Gp. Peunayong Senin  
 Jenis Uji : Limbah IPAL  
 Baku Mutu : PermenLHK No 68 Tahun 2016 Baku Mutu Air Limbah  
 Domestik

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
<b>I. Kimia</b>					
1.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/l	30	36,1	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	172,5	
3.	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	0,852	
<b>II. Biologi</b>					
1.	Total Coliform	Jml/100 ml	3.000	1.100	

Darussalam, 16 September 2019  
 Ketua UPT Kimia dan Lingkungan,



Dr. Eji Manawar, S.T., M.Eng.  
 NIP.: 196902101998021001



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)  
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0651) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642  
E-mail: brs\_bna@yahoo.com Website: www.baristandaceh.kemiperin.go.id



**LAPORAN HASIL UJI**  
*Report of Analysis*

Halaman : 1 dari 1  
Page

Tanggal Penerbitan : 24 September 2019 Nomor Laporan : 1983/LHUI/LABBA/Baristand-Aceh/9/2019  
Date of issue Report Number

Kepada : Syamsud Dhuha Nomor Analisis : 19-1301-LC, 19-1302-LC, 19-1303-LC,  
To UIN Ar-Raniry Fak Saintek/Teknologi Lingkungan Analisis Number 19-1304-LC  
di - Banda Aceh

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :  
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Limbah Cair Domestik Nomor BAPC : 494/Insd/L/09/2019  
Of the Sample (s) BAPC Number

Keterangan contoh : Diantar Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji  
Identity For Analysis

Kode Contoh : "A1, A2, B1, B2" Diambil dari : -  
Code Sample Taken from

Tanggal Sampling : - Tanggal Penerimaan : 22 Agustus 2019  
Date Of Sampling Received On

Tanggal Analisis : 22 Agustus 2019 Hasil :  
Date of Analysis Results

No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji			
				A1 (L 1301)	A2 (L 1302)	B1 (L 1303)	B2 (L 1304)
1.	TSS	mg/L	SNI 06-6989.3.2004	128	28	113	24
2.	ML	mg/L	SNI 06-6989.10.2004	0,2	0,2	0,2	0,2

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH  
Manajer Teknis / LABBA,

*[Signature]*  
FITRIANA DIAFAR, S.Si., MT  
NIP. 19790430 200212 2 001

F.5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/1

\* Data hasil uji hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas

\* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh