

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
(IPAL) DI PASAR INDUK LAMBARO  
KABUPATEN ACEH BESAR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh**

**HIJRIKA AUDIA  
180702153**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1443 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)**

**PASAR INDUK LAMBARO**

**TUGAS AKHIR**

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

Diajukan Oleh :

**HIJRIKA AUDIA**

**NIM. 180702153**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 19 Juli 2022

Telah diperiksa dan Disetujui oleh :

Pembimbing I

Dr. Irhamni, S.T., M.T, IPM

**NIDN. 0102107101**

Pembimbing II

Teuku Muhammad Ashari, M. Sc.

**NIDN. 2002028301**

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Mengetahui,

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

Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.

**NIDN. 201606780**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PASAR INDUK LAMBARO

#### TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 19 Juli 2022

19 Dzulkaidah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,

Dr. Irhamni, S.T., M.T, IPM  
NIDN. 0102107101

Sekretaris,

Teuku Muhammad Ashari, M. Sc.  
NIDN. 2002028301

Penguji I,

Vera Viena, M.T.  
NIDN. 0123067802

Penguji II,

Arief Rahman, M.T.  
NIDN. 2010038901

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



Dr. Azhar Amsal, M. Pd  
NIDN. 201606802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hijrika Audia  
NIM : 180702153  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)  
Pasar Induk Lambaro Kabupaten Aceh Besar

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

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

Banda Aceh, 06 Juli 2022  
Yang Menyatakan



Hijrika Audia  
NIM. 180702153

## ABSTRAK

Nama : Hijrika Audia  
NIM : 180702153  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)  
Pasar Induk Lambaro Kabupaten Aceh Besar.  
Tanggal Sidang : 19 Juli 2022  
Jumlah Halaman : 111  
Pembimbing I : Dr. Irhamni, S.T., M.T, IPM  
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc  
Kata Kunci : Air Limbah, pasar tradisional, perancangan IPAL,  
Biofilter Aerob-Anaerob

Pengelolaan air limbah pada Pasar Induk Lambaro belum terlaksana dengan baik dikarenakan belum tersedianya fasilitas IPAL sehingga limbah *greywater* dibuang langsung ke saluran drainase tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merencanakan IPAL di Pasar Induk Lambaro dengan menggunakan Sistem Biofilter Anaerob dan) Aerob sebagai unit pengolahan air limbah. Tahapan perencanaan dimulai dengan identifikasi masalah, tinjauan kepustakaan, pengumpulan data, pengolahan data, perencanaan IPAL, pembuatan BOQ dan RAB, serta kesimpulan. Hasil perencanaan pada aspek teknis diperoleh debit air limbah rata-rata sebesar  $41 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hasil perhitungan dimensi IPAL diperoleh dimensi unit Bak Pemisah Lemak dengan diameter  $1,4 \text{ m} \times 1,2 \times 1,5 \text{ m}$ , Bak Ekualisasi dengan diameter  $2,6 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ , Bak pengendap awal dengan diameter  $2,38 \text{ m} \times 1,19 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ , Bak Anaerob Biofilter dengan diameter  $3,76 \text{ m} \times 1,88 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ , Bak Aerob Biofilter dengan diameter  $2,52 \text{ m} \times 1,26 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$  dan Bak Pengendap akhir dengan diameter  $1,5 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ . Dengan luas lahan yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL  $64,2 \text{ m}^2$ . Rencana kualitas air limbah akhir setelah melalui pengolahan pada IPAL telah memenuhi persyaratan baku mutu dalam PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yaitu dengan kualitas rencana BOD sebesar  $12,64 \text{ mg/L}$ , COD sebesar  $15,76 \text{ mg/L}$  dan TSS sebesar  $0,5358 \text{ mg/L}$ . Hasil kajian pada aspek finansial diperoleh total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL adalah sebesar Rp. 762.440.908.

## ABSTRACT

Name : Hijrika Audia  
Student ID Number : 180702153  
Department : Environmental Engineering  
Title : Planning for Wastewater Treatment Plant (WWTP) in the Lambaro Main Market, Aceh Besar District.  
Date of Session : 19 July 2022  
Number Of Page : 111  
Advisor I : Dr. Irhamni, S.T., M.T, IPM  
Advisor II : Teuku Muhammad Ashari, M. Sc  
Keywords : Wastewater, traditional market, WWTP design, Aerobic-Anaerobic Biofilter

Wastewater management at the Lambaro Main Market has not been carried out properly due to the unavailability of WWTP facilities so that the greywater waste is discharged directly into the drainage channel without prior processing. The purpose of this final project is to plan the WWTP in the Lambaro Main Market using the Anaerobic and) Aerobic Biofilter System as a wastewater treatment unit. The planning stage begins with problem identification, literature review, data collection, data processing, WWTP planning, making BOQ and RAB, and conclusions. The results of the planning on the technical aspect obtained an average wastewater discharge of 41 m<sup>3</sup>/day. The results of the calculation of the dimensions of the WWTP obtained the dimensions of the Fat Separation Tub with a diameter of 1.4 m x 1.2 x 1.5 m, Equalization Tank with a diameter of 2.6 m x 1.3 m x 3.5 m, Initial settling basin with a diameter of 2.38 m x 1.19 m x 3.5 m, Anaerobic Biofilter Bath with a diameter of 3.76 m x 1.88 m x 3.5 m, Aerobic Biofilter Bath with a diameter of 2.52 m x 1.26 m x 3.5 m and a final settling basin with diameter 1.5 m x 0.75 m x 3.5 m. With the land area required for the construction of 64.2 m<sup>2</sup> WWTP. The final wastewater quality plan after going through treatment at the WWTP has met the quality standard requirements in PERMEN LHK No. 68 of 2016 concerning Domestic Wastewater Quality Standards, namely the planned quality of BOD of 12.64 mg/L, COD of 15.76 mg/L and TSS of 0.5358 mg/L. The results of the study on the financial aspect obtained that the total cost required for the construction of the WWTP is Rp. 762,440,908.

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama al-Qur'an. Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selama persiapan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Adi dan Ibunda Elivianti yang tanpa lelah mendukung dan memberi doa bagi penulis agar dapat menjalani kehidupan ini lebih baik lagi.
2. Dr. Azhar Amsal, M. Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.SI.,M.Sc selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan selaku Koordinator Proposal Tugas Akhir.
5. Ibu Dr. Irhamni, S.T., M.T, IPM selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc. selaku Pembimbing II dan Penasehat Akademik Prodi teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

7. Seluruh dosen bapak/ibu di Program Studi Teknik Lingkungan dan karyawan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
8. Seluruh staf tata usaha yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.
9. Bu Firda yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi.
10. Semua pihak yang telah ikut berpartisipasi dan membantu dalam penyusunan.
11. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT., berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, 19 Juli 2022

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y Hijrika Audia



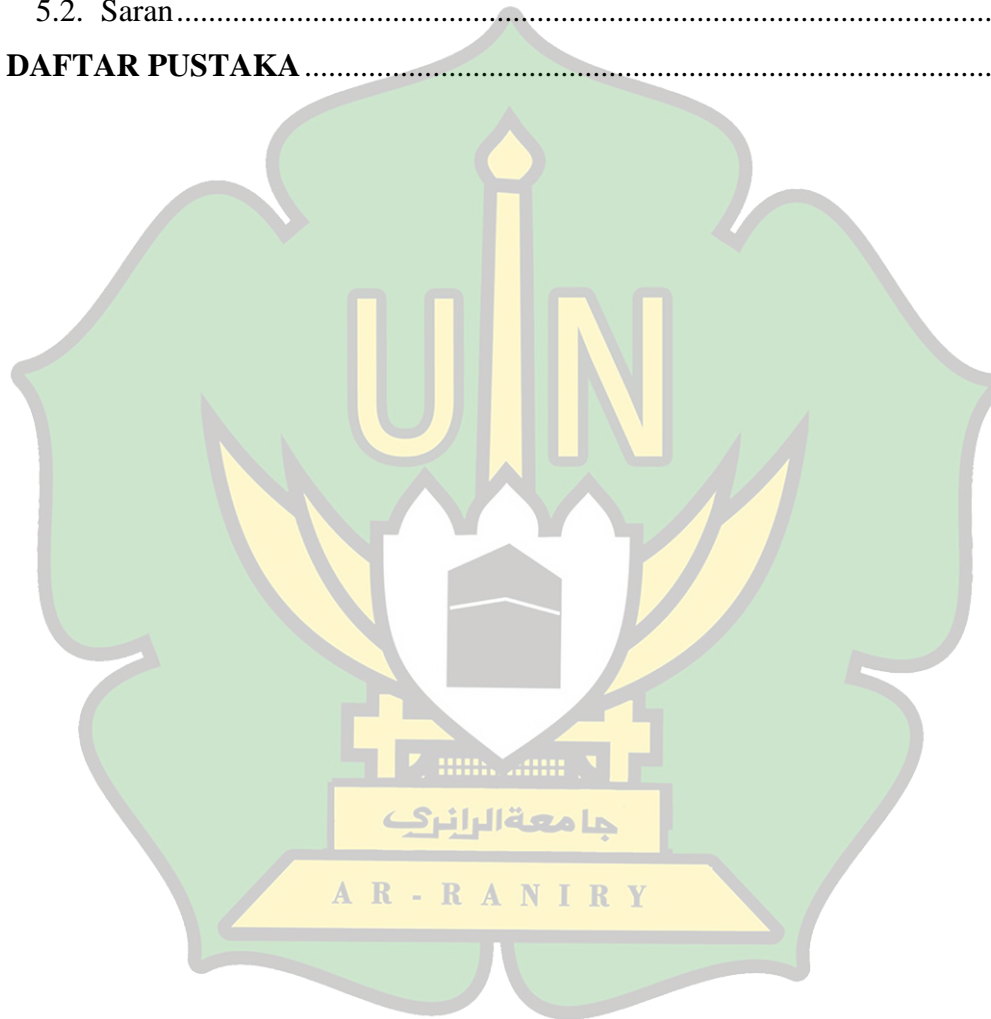
## DAFTAR ISI

## Halaman

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Pasar Secara Umum .....	5
2.2. Air Limbah .....	6
2.2.1. Karakteristik Air Limbah .....	6
2.2.2. Baku Mutu Air Limbah.....	10
2.3. Air Limbah Pasar Pasar Tradisional.....	10
2.4. Pengolahan Air Limbah .....	13
2.5. Instalasi Pengolahan Air Limbah .....	14
2.5.1. Biofilter Anaerob – Aerob.....	14
2.5.2. Proses Biofilter .....	15
2.5.3. Prinsip kerja IPAL Biofilter Anaerob – Aerob .....	16
2.6. Perancangan IPAL.....	20
2.6.1. Screening .....	20

2.5.1. Grease Removal .....	22
2.5.2. Bak Ekualisasi .....	22
2.5.3. Bak Pengendapan Awal .....	23
2.5.4. Biofilter Anaerob dan Aerob.....	24
2.5.5. Bak Pengendapan Akhir.....	29
1.8.7. Media Filter .....	30
1.9. Penelitian Terdahulu .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	34
3.2. Kerangka Perencanaan .....	34
3.2.1. Identifikasi Masalah .....	36
3.2.2. Tinjauan Kepustakaan .....	36
3.2.3. Pengumpulan Data .....	36
3.2.4. Pengolahan Data.....	37
3.2.5. Perencanaan IPAL.....	39
3.2.6. Pembuatan BOQ dan RAB.....	39
3.2.7. Kesimpulan.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PERENCANAAN.....</b>	<b>41</b>
4.1. Gambaran Umum Pasar Induk Lambaro.....	41
4.2. Kualitas Air Limbah Pasar Induk Lambaro .....	43
4.3. Kuantitas Air Limbah Pasar Induk Lambaro .....	45
4.4. Teknologi Pengolahan Air Limbah di Pasar Induk Lambaro .....	47
4.5. Perhitungan Dimensi Unit Pengolahan .....	48
4.5.1. Bak penangkap Lemak .....	48
4.5.2. Bak equalisasi dan <i>screening</i> .....	49
4.5.3. Bak Pengendapan Awal .....	53
4.5.4. Bak Biofilter Anaerob .....	55
4.5.5. Bak Biofilter Aerob.....	59
4.5.6. Bak pengendapan akhir .....	64
4.6. Rekapitulasi Perencanaan IPAL Pasar Induk Lambaro .....	70

4.7. <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	72
4.7.1. Bill of Quantity (BOQ) .....	72
4.7.2. Rencana Anggaran Biaya .....	75
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	77
5.1. Kesimpulan .....	77
5.2. Saran .....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	78



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2. 1</b> Los Ikan .....	11
<b>Gambar 2. 2</b> Los Daging .....	12
<b>Gambar 2. 3</b> Los Sayur dan buah .....	12
<b>Gambar 2. 4</b> Sumber Air Limbah Pasar .....	15
<b>Gambar 2. 5</b> Diagram Pengolahan Air Limbah Biofilter Anaerob Aerob.....	16
<b>Gambar 3. 1</b> Peta Lokasi Penelitian .....	34
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram Alir Perencanaan.....	35
<b>Gambar 4. 1</b> Denah Pasar Induk Lambaro .....	41
<b>Gambar 4. 2</b> Kondisi drainase pasar induk lambaro.....	42
<b>Gambar 4. 3</b> Sungai pembuangan air limbah .....	42
<b>Gambar 4. 4</b> Diagram sumber air limbah pasar induk lambaro .....	43
<b>Gambar 4. 5</b> Skema Instalasi pengolahan air limbah pasar induk lambaro.....	48
<b>Gambar 4. 6</b> Pompa Sunsun JTP 3000 .....	51
<b>Gambar 4. 7</b> fine bubble tube difuser .....	64
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Kualitas Efluen.....	68
<b>Gambar 4. 9</b> Mass Balance pengolahan air limbah pasar induk lambaro.....	69
<b>Gambar 4. 10</b> Media biofilter sarang tawon .....	71

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2. 1</b> Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik .....	10
<b>Tabel 2. 2</b> Sumber Air Limbah Pasar .....	13
<b>Tabel 2. 3</b> Kriteria Desain Biofilter Aerob dan Anaerob .....	17
<b>Tabel 2. 4</b> Kelebihan dan Kekurangan Biofilter Anaerob dan Aerob .....	19
<b>Tabel 2. 5</b> Kriteria Desain Bar Screen .....	20
<b>Tabel 2. 6</b> Kriteria Desain Bak Ekualisasi .....	22
<b>Tabel 2. 7</b> Klasifikasi penggunaan berdasarkan Filter .....	24
<b>Tabel 2. 8</b> Klasifikasi berdasarkan air limbah pada anaerob .....	25
<b>Tabel 2. 9</b> faktor keamanan filter berdasarkan packing .....	27
<b>Tabel 2. 10</b> Perkiraan persentase gas dalam udara .....	27
<b>Tabel 2. 11</b> Efisiensi blower udara .....	28
<b>Tabel 2. 12</b> Penelitian Terdahulu .....	31
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah .....	44
<b>Tabel 4. 2</b> Data pemakaian air bersih harian pasar induk lambaro tahun 2022....	46
<b>Tabel 4. 3</b> Kriteria Desain Bar Screen .....	52
<b>Tabel 4. 4</b> Perkiraan Kualitas Effluents .....	67
<b>Tabel 4. 5</b> Perbandingan effluent dengan Baku Mutu Air Limbah .....	68
<b>Tabel 4. 6</b> Rekapitulasi Waktu Tinggal Unit .....	70
<b>Tabel 4. 7</b> Rekapitulasi Dimensi IPAL .....	70
<b>Tabel 4. 8</b> Rekapitulasi Perhitungan BOQ .....	72
<b>Tabel 4. 9</b> Rekapitulasi Perhitungan RAB .....	76

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Padatnya pemukiman dan kondisi sanitasi lingkungan yang buruk serta air buangan industri yang langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan telah menyebabkan pencemaran air sungai, air permukaan dan air tanah menjadi dangkal. Hasil dari laporan proyeksi penduduk Provinsi Aceh khususnya pada Kabupaten Aceh Besar, pada tahun 2009 jumlah penduduk Aceh Besar sebanyak 342.537. Pada tahun 2019 jumlah penduduk Aceh Besar mengalami peningkatan sebanyak 425.216 penduduk (Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh, 2019). Berdasarkan Conway (2015) pada teori Thomas Robert Malthus menyatakan bahwa pertambahan penduduk akan mengikuti deret hitung deret ukur dan pertambahan bahan makanan mengikuti deret hitung. Akibat dari peningkatan penduduk setiap tahunnya membuat permintaan kebutuhan pangan di pasar menjadi meningkat.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan nomor 519 tahun 2008 pasar tradisional adalah pasar yang sebagian besar dagangannya merupakan kebutuhan dasar sehari-hari, infrastrukturnya masih sederhana yang terdiri dari kios-kios atau gerai, los dan dasaran terbuka. Data WHO menyebutkan, lebih dari 85% masyarakat Indonesia mendapatkan suplai kebutuhan pangan dari pasar tradisional (Laporan Interim Penyusunan Petunjuk Teknis Prasarana dan Sarana penyehatan lingkungan Permukiman untuk pasar sehat, 2008). Pada pertemuan Nasional Kota Sehat (2006) diperkirakan paling tidak 60% kebutuhan pangan untuk penduduk di perkotaan disediakan oleh pasar tradisional. Hal tersebut menunjukkan bahwa dari berbagai macam jenis pasar, pasar tradisional berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat.

Pasar lambaro adalah pasar induk yang berada di Aceh Besar pada Kecamatan Ingin Jaya Desa Lambaro, yang dikelola oleh pemerintah. Setiap aktivitas perdagangan yang dilakukan di pasar induk lambaro akan menghasilkan

limbah sebagai hasil akhirnya, salah satunya limbah cair yang memiliki dampak terhadap lingkungan sekitar dan akan mengakibatkan pasar sebagai tempat berkembang biaknya vektor penyakit, mengakibatkan pencemaran air permukaan, dan mempengaruhi estetika pasar tersebut (Satiti, 2011). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik merupakan air yang telah dipergunakan oleh kegiatan sehari-hari seperti air bekas mandi, kakus, mencuci, memasak, dan kegiatan lainnya.

Berdasarkan observasi awal (wawancara penulis dengan bapak Qasdi, yaitu salah satu pengelola pasar induk lambaro dari dinas koperasi, usaha kecil, menengah dan perdagangan) pasar induk lambaro belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga limbah cair dari pasar langsung dibuang ke anak sungai tanpa adanya proses pengolahan, dampak yang akan terjadi jika tanpa pengolahan limbah cair yaitu munculnya toksisitas terhadap kehidupan air, menurunkan kadar DO (*Dissolved Oxygen*) pada perairan, dapat meracuni sumber air minum, tidak seimbang ekosistem sungai, menimbulkan bau yang dapat mengganggu serta membahayakan kesehatan masyarakat yang menimbulkan berbagai macam penyakit, seperti hepatitis, kolera, tifus, disentri dan lain sebagainya. Oleh sebab itu untuk mencegah adanya kerugian dari pembuangan limbah cair pasar ke lingkungan, maka dibutuhkan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga konsentrasi beban pencemar yang terdapat di dalam air limbah dapat diturunkan sebelum air limbah dibuang ke badan air penerima. Untuk teknologi yang akan diterapkan pada Perencanaan IPAL adalah Unit Biofilter Anaerob dan Aerob.

Biofilter Anaerob dan Aerob, merupakan salah satu proses pengolahan air limbah secara biologis dan juga merupakan sistem kombinasi biofilter anaerob dan biofilter aerob. Dengan menggunakan proses biofilter anaerob, polutan organik ada di dalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan metan tanpa menggunakan blower udara dan dapat menurunkan polutan organik (BOD, COD) dan padatan tersuspensi (TSS) dengan beban yang sangat tinggi. Agar hasil air olahan dapat memenuhi baku mutu maka air olahan dari proses biofilter anaerob

selanjutnya diproses menggunakan biofilter aerob. Dengan proses biofilter aerob polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amonia akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan gas  $\text{H}_2\text{S}$  akan diubah menjadi sulfat. Dengan menggunakan proses biofilter anaerob-aerob maka akan dapat dihasilkan air olahan dengan kualitas yang baik dengan menggunakan konsumsi energi yang lebih rendah(Said,2017).

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, maka pertanyaan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kualitas dan kuantitas air limbah di Pasar Induk Lambaro?
2. Bagaimana Desain Pengolahan air limbah untuk pasar induk lambaro?
3. Berapa rencana anggaran biaya (RAB) dan *Bill of Quantity(BOQ)* yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL yang akan direncanakan?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kualitas dan kuantitas air limbah Pasar Induk Lambaro.
2. Mendesain Instalasi Pengolahan Air Limbah di Pasar Induk Lambaro.
3. Menyusun *Bill of Quantity (BOQ)* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL yang akan direncanakan.

## 1.4. Manfaat

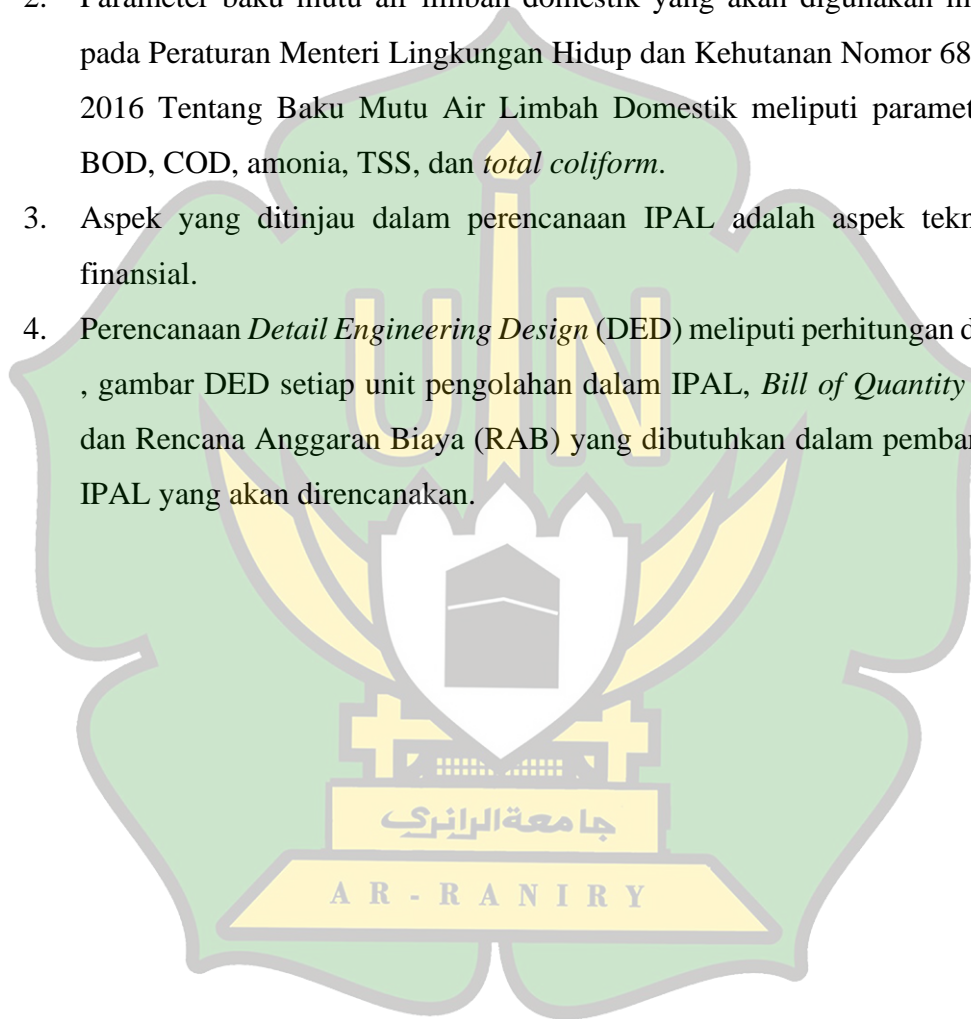
Adapun manfaat perencanaan ini diharapkan dapat memberi kontribusi alternatif perencanaan IPAL dengan metode *Biofilter Anaerob* dan yang sesuai dengan karakteristik air limbah di Pasar Induk Lambaro.



### 1.5. Batasan Penelitian

Adapun batas penelitian adalah sebagai berikut :

1. Cakupan Pelayanan IPAL yang akan direncanakan yaitu area los pasar induk Lambaro yang basah/menggunakan air sebagai salah satu syarat jalannya aktivitas penjualan
2. Parameter baku mutu air limbah domestik yang akan digunakan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik meliputi parameter pH, BOD, COD, amonia, TSS, dan *total coliform*.
3. Aspek yang ditinjau dalam perencanaan IPAL adalah aspek teknis dan finansial.
4. Perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) meliputi perhitungan dimensi , gambar DED setiap unit pengolahan dalam IPAL, *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL yang akan direncanakan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pasar Secara Umum**

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan nomor 519 tahun 2008 pasar tradisional adalah pasar yang sebagian besar dagangannya adalah kebutuhan dasar sehari-hari, dengan praktik perdagangannya yang masih sederhana. Fasilitas infrastrukturnya juga masih sederhana yang terdiri dari kios-kios atau gerai, los dan dasaran terbuka yang dibuka oleh penjual maupun pengelola pasar. Pasar tradisional merupakan pasar yang dibangun dan dikelola oleh pemerintah daerah, swasta, badan usaha milik negara dan badan usaha milik daerah termasuk kerjasama dengan swasta dengan tempat usaha berupa toko, kios, los dan tenda yang dimiliki atau dikelola oleh pedagang kecil, menengah, swadaya masyarakat atau koperasi dengan usaha skala kecil, dan dengan prose tawar menawar. (Peraturan Kementerian Perdagangan nomor 53 Tahun 2008).

Pengelolaan pasar tradisional sering terjadi permasalahan sehingga sering mendapatkan persepsi negatif dari masyarakat. Masalah yang sering terjadi di pasar tradisional adalah tidak optimalnya dalam pengelolaan pasar karena kurangnya dana untuk pemeliharaan pasar, serta sarana dan prasarana yang tidak memadai, dan juga ruang pasar yang sempit (Rosni, 2016). Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri No 20 Tahun 2012 sarana pendukung pasar antara lain kantor pengelola pasar, area parkir, toilet, tempat pembuangan sampah, drainase, hydrant, pos keamanan, tempat ibadah, los, kios dan area bongkar muat. Pada Keputusan Menteri Kesehatan No 519 tahun 2008 tentang pedoman penyelenggaraan pasar sehat menyebutkan pada poin B, yaitu limbah cair yang berasal dari setiap kios disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum akhirnya dibuang ke saluran pembuangan umum bahwasannya pada point tersebut menyatakan bahwa IPAL masuk ke sarana pendukung pasar, sedangkan prasarana pasar antara lain akses jalan, instalasi listrik, pelayanan kesehatan, dan air bersih.

## 2.2. Air Limbah

Air limbah adalah air yang berasal dari suatu proses dalam suatu kegiatan. Berdasarkan sumbernya limbah cair dibagi menjadi tiga salah satunya limbah cair domestik yang merupakan air buangan sisa dari aktivitas manusia dari rumah tangga, rumah makan, perkantoran, perniagaan, dan sarana sejenisnya yang berhubungan dengan pemakaian air. Berdasarkan karakteristik air limbah domestik diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu, air limbah toilet atau biasa disebut *black water* dan air limbah non toilet *greywater* (Damayanti, 2018). Air limbah yang berasal dari toilet biasanya terdiri dari tinja, air seni serta balasannya. *greywater*, yaitu berasal dari air mandi, limbah cucian, air limbah dapur, wastafel dan lainnya. Sekitar 60%-85% dari total volume kebutuhan air bersih akan menjadi limbah cair domestik (Metcalf & Eddy, 1991). Sekitar 75% bagian dari *grey water* merupakan total volume dari limbah cair domestik dikutip dari (Eriksson, 2002). Dalam penanganan *greywater* di Indonesia saat ini adalah langsung dibuang ke saluran drainase tanpa diolah terlebih dahulu sebelumnya.

### 2.2.1. Karakteristik Air Limbah

Menurut George (1991) karakteristik air limbah dibagi menjadi tiga, yaitu fisik, kimia dan biologis.

#### a. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik adalah karakteristik dari air limbah yang dapat dirasakan oleh indra manusia, seperti bisa langsung dilihat oleh indra penglihatan, indra penciuman atau indera perasa.

- 1) Total solid yang merupakan zat-zat yang tertinggal sebagai residu dari penguapan pada temperatur 103°C sampai 105°C.
- 2) Temperatur pada air limbah umumnya lebih tinggi dari pada air bersih, karena adanya penambahan air dengan temperaturnya lebih hangat yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan industri.
- 3) Air limbah yang masih segar biasanya berwarna abu-abu kecoklatan, akan tetapi semakin lama waktu tinggal di dalam sistem pengumpulannya dan kondisi anaerob yang makin meningkat, warna dari air limbah akan

berubah menjadi abu-abu gelap dan akhirnya menjadi hitam. Air limbah yang berubah menjadi warna hitam disebut dengan septik.

- 4) Bau yang timbul dari limbah domestik dikarenakan adanya gas yang terbentuk dari proses penguraian bahan organik.
- 5) Kekeruhan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalaman air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur tanah dan benda lainnya yang melayang. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi karena tergantung juga pada ukuran dan bentuk butir.

b. Karakteristik kimia

Pada karakteristik kimia yang perlu diidentifikasi pada air limbah, yaitu bahan organik, anorganik dan gas.

- 1) Kimia organik pada air limbah tersusun dari beberapa komponen, yaitu protein 40% - 60%, Karbohidrat 25% - 60% serta minyak dan lemak 8% - 12%.

- *Biological Oxygen Demand (BOD)* adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik biodegradable yang terdapat di dalam air. BOD ditentukan dengan cara mengukur oksigen yang diserap oleh sampel air limbah akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu. (Said, 2000). Hasil dari pengujian BOD yang digunakan untuk menentukan kuantitas dari oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilisasi zat organik secara biologis, menentukan ukuran fasilitas pengolahan air limbah, mengukur efisiensi beberapa proses pengolahan dan menentukan dengan baku mutu air limbah (Tchobanoglous *et al*, 2003).

- *Chemical Oxygen Demand (COD)* atau kebutuhan oksigen kimiawi yang merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang digunakan dalam mengoksidasi zat-zat organik secara kimia. Hasil dari pengukuran COD biasanya mendapatkan nilai yang lebih tinggi dari pada nilai BOD

apalagi jika sejumlah bahan organik yang resisten secara biologis terdapat pada air limbah.

- Minyak lemak pada air limbah harus diperhatikan karena bersifat sulit larut di dalam air atau mempunyai stabilitas yang rendah, serta mempunyai kecenderungan memisah dengan air. Minyak dan lemak banyak ditemui pada makanan, hewan dan manusia. Selain sulit larut dalam air, parameter minyak dan lemak tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri karena relatif stabil oleh karena itu minyak dan lemak dapat diekstrak dari suatu larutan menggunakan heksan atau CFC (Sawyer, 2003).

2) Kimia Anorganik terdiri dari pH, Nitrogen, fosfor dan surfaktan.

- pH adalah parameter yang sangat penting , pada pengolahan air limbah yang menggunakan pengolahan biologis harus mengontrol pH pada rentang waktu tertentu agar sesuai dengan pH yang mendukung kehidupan organisme yang terlibat (Qasim, 1985).
- Nitrogen merupakan unsur dalam sintesis protein, data nitrogen diperlukan untuk melakukan evaluasi *treatability* air limbah dengan proses biologis. Apabila kandungan nitrogen di air limbah tidak cukup maka harus dilakukan penambahan nitrogen agar dapat diolah.
- Fosfor merupakan unsur penting dalam pertumbuhan alga dan organisme biologis lainnya. Pertumbuhan ganggang di permukaan air menyebabkan gangguan pada ekosistem lingkungan dalam jumlah yang penting.
- Surfaktan adalah salah satu parameter yang berasal dari rumah tangga (domestik) atau industri /non industri yang jumlah signifikan dapat mempengaruhi biota air. Contoh dari surfaktan adalah deterjen yang dapat memberikan rasa dan bau pada konsentrasi 0,43 mg/l dalam air dan efeknya dapat meningkat apabila bercampur dengan klorin, (Tchobanoglous *et al*, 2003).

3) Gas yang terdapat pada air limbah umumnya ialah nitrogen ( $N_2$ ), oksigen ( $O_2$ ), Karbondioksida ( $CO_2$ ), Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), amonia ( $NH_3$ ) dan

metana ( $\text{CH}_4$ ). Ketiga gas pertama adalah gas yang ditemukan pada atmosfer dan semua air yang berhubungan dengan udara, sedangkan tiga gas yang selanjutnya terbentuk dari hasil penguraian material organik.

#### 4) Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Amonia merupakan gas alkalin yang tidak berwarna, lebih ringan dari udara dan punya aroma khas menyengat. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Amonia merupakan senyawa kaustik dan dapat merusak kesehatan. Kontak tubuh dengan gas amonia berkonsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan paru paru bahkan menyebabkan kematian (Yudo, 2010).

#### c. Karakteristik Biologi

Di Dalam air limbah terdapat proses penguraian yang melibatkan bakteri dan mikroorganisme lainnya. Organisme patogen dapat ditemukan pada air limbah yang berasal dari aktivitas manusia atau hewan yang terinfeksi oleh penyakit tertentu. Terdapat empat klasifikasi mikroorganisme yang bersifat patogen yang terdapat di air buangan, yaitu bakteri, protozoa, *helminth* dan virus. Bakteri patogen harus diidentifikasi karena keberadaannya di dalam air buangan dapat merugikan. Bakteri *E-Coli* dan *Streptococcus* adalah bakteri yang sering dijumpai di makhluk hidup lainnya, seperti ayam, sapi, itik dan babi. Ganggang (fitoplankton) juga sering ditemukan di air buangan karena ganggang hidup dengan memanfaatkan nutrisi, serta jamur yang hidup dengan menguraikan senyawa karbon. Untuk mengetahui adanya pencemaran bakteri patogen dapat dianalisis menggunakan indikator organisme. (Gunawan, 2006).

Sesuai dengan sumber asalnya, air limbah mempunyai kualitas yang bervariasi sesuai dengan sumber, budaya, dan gaya hidup masyarakat sekitar. Secara umum air limbah terdiri dari air dan padatan, dimana padatan terdiri dari zat organik yang berupa karbohidrat, lemak, protein serta zat anorganik, yaitu berupa garam-garam, logam dan butiran (Sugiharto, 2008).

### 2.2.2. Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar, yang ditenggang keberadaannya di dalam air limbah yang akan dibuang kedalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan. Secara nasional standar baku mutu telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2. 1** Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Maksimum
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Amonia	mg/L	10
Minyak dan Lemak		5
PH	-	6 – 9
<i>Total Coliform</i>	Jumlah / 100 MI	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016

### 2.3. Air Limbah Pasar Pasar Tradisional

Air limbah yang dihasilkan dari pasar tradisional berasal dari beragam aktivitas, baik dari kegiatan perdagangan, perkantoran, kamar mandi dan kantin yang dapat dilihat Pada tabel 2.2. Setiap aktivitas yang terjadi di pasar tradisional akan menghasilkan air limbah, berdasarkan pengamatan penulis yang dilakukan pada pasar tradisional, komoditas yang diperdagangkan berupa daging ayam, daging sapi, ikan, sayur-sayuran dan buahan serta kegiatan lainnya yang menambah kuantitas jumlah air limbah dalam jumlah yang tidak signifikan. Mengenai air limbah yang dihasilkan dari setiap aktivitas dapat dijelaskan sebagai berikut .

#### a. Limbah cair los ikan

Pada los ikan yang terdapat di pasar tradisional biasanya menjual ikan air tawar, ikan air laut serta seafood lainnya, seperti cumi dan udang. Ikan yang terdapat di pasar tradisional beberapa di antaranya masih dalam keadaan hidup

yang diletakan pada kolam buatan dengan ukuran 1,5m x 1m x 1m yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2. 1** Los Ikan

Setiap aktivitas pengolahan ikan akan menghasilkan cairan yang berasal dari proses pemotongan ikan, pencucian atau kegiatan lainnya. Cairan yang dimaksud berupa darah, potongan dari daging ikan, kulit serta isi perut. Limbah cair yang mengandung banyak protein dan lemak akan mengakibatkan nilai nitrat dan amoniak yang tinggi. Proses tersebut akan menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air, sehingga ketersediaan oksigen bagi organisme akan berkurang (Pamungkas 2016).

b. Limbah cair los daging

Los daging yang terdapat di pasar tradisional adalah los daging sapi/lembu dan los daging ayam yang dapat dilihat pada gambar 2.2. Limbah cair yang dihasilkan dari los daging ayam, yaitu dari proses perebusan ayam, pemotongan ayam yang termasuk diantaranya terdapat darah, feses, urin dan lemak, pembersihan ayam dan bagian perutnya, pencucian kandang dan alat-alat yang telah digunakan. Limbah cair mengandung (*Biological Oxygen Demand*) BOD, (*Chemical Oxygen Demand*) COD, (*Total Suspended Solid*) TSS, minyak dan lemak yang tinggi, dengan komposisi berupa zat organik. Pembuangan air limbah (*Efluen*) yang mengandung nutrien yang tinggi ke perairan akan menimbulkan eutrofikasi dan mengancam ekosistem perairan. Untuk mencegah hal itu maka diperlukan cara agar komposisi padatan organik tersuspensi dapat dikurangi (Moses, 2010). Limbah cair yang dihasilkan dari los daging sapi tidak signifikan jumlahnya karena proses pemotongan di dilakukan di pasar, daging tersebut dibawa ke pasar dalam keadaan



sudah siap untuk diperjual belikan, akan tetapi limbah cair tetap dihasilkan, yaitu pada aktivitas pencucian los tempat meletakkan barang dagangan serta pencucian alat pencucian alat yang telah dipakai.



**Gambar 2. 2** Los Daging

c. Limbah cair los sayur dan buah

Los sayur di pasar tradisional biasanya menjual sayuran berbagai jenis, seperti bayam, sawi, kangkung, tomat, kentang, wortel jenis lainnya, sedangkan pada los buah biasanya menjual buah-buahan, seperti pisang, mangga, alpukat, semangka, pepaya, bengkuang dan jenis lainnya yang dapat dilihat pada gambar 2.3. Selain los diatas yang telah dijelaskan, beberapa pasar tradisional juga menjual barang dagangan lain yang berpotensi menghasilkan air limbah, seperti kios tahu, penjualan air kelapa, kukur kelapa, tempat menggiling bumbu serta rumah potong hewan.



**Gambar 2. 3** Los Sayur dan buah

**Tabel 2. 2** Sumber Air Limbah Pasar

<b>Kategori</b>	<b>Sumber Air Limbah</b>	<b>Aktivitas / Kegiatan</b>
Domestik	Kamar Mandi	- Urin - Air cuci tangan
	Kantin/ Warung kopi	- Air kotor dari cucian piring, gelas dan peralatan masak lainnya - Air bekas masakan
Los Basah	Los Sayur	Dihasilkan dari tempat penjualan kelapa, tahu dan mie kuning
	Los Ikan	- Proses pembersihan sisik ikan serta isi perut - Adanya penyiraman pada ikan - Ikan disimpan dalam tempat penyimpanan yang berisikan air (diambil ketika ada pembeli)
	Los Ayam	- Proses pemotongan ayam - Proses perebusan ayam - Proses pembersihan isi perut ayam - Proses pencucian ayam

Sumber: Hasil Wawancara Penulis

#### 2.4. Pengolahan Air Limbah

Proses pengolahan air limbah diklasifikasikan menjadi tiga yaitu pengolahan secara fisik, kimia dan biologis (Tchobanoglous et al, 2014)

##### a. Pengolahan Secara Fisik

Pengolahan secara fisik berada pada tahapan pertama pada pengolahan air limbah. Contoh proses pengolahan secara fisik yaitu penyaringan, pengadukan, flokulasi, sedimentasi, flotasi, filtrasi, dan adsorpsi.

##### b. Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan secara kimia adalah pengolahan untuk menyisahkan polutan dengan adanya tambahan bahan kimia atau dengan reaksi kimia. Contoh

proses pengolahan secara kimia yang sering digunakan yaitu presipitasi, gas transfer adsorpsi dan desinfeksi.

c. Pengolahan Secara Biologi

Pengolahan biologi merupakan pengolahan dengan menyisihkan polutan memanfaatkan aktivitas biologis, terutama untuk menyisihkan koloid atau zat organik *biodegradable* yang terlarut pada limbah cair. Zat tersebut diubah menjadi gas yang dapat dibuang ke atmosfer dan sel biologis yang dapat disedimentasi atau proses pengolahan fisik lainnya.

## 2.5. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Untuk memilih jenis teknologi atau proses yang akan digunakan untuk pengolahan air limbah beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Jumlah air limbah yang akan diolah
2. Kualitas air hasil olahan yang diharapkan
3. Kemudahan dalam hal pengelolaan
4. Ketersediaan lahan dan sumber energi
5. Biaya operasi dan perawatan diupayakan serendah mungkin

Setiap jenis teknologi pengolahan air limbah mempunyai keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Oleh sebab itu dalam hal pemilihan jenis teknologi tersebut perlu diperhatikan aspek teknis, aspek ekonomis dan aspek lingkungan serta sumber daya manusia yang akan mengelola fasilitas tersebut (Said, 2011)

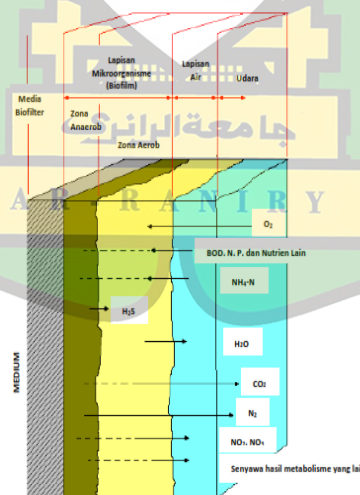
### 2.5.1. Biofilter Anaerob – Aerob

Pengolahan air limbah Biofilter Anaerob Aerob adalah proses pengolahan air limbah dengan cara mengkombinasikan proses biofilter anaerob dan proses biofilter aerob. Jika menggunakan proses biofilter anaerob maka polutan organik yang ada di dalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan metan tanpa menggunakan energi (blower udara), tetapi amoniak dan hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) tidak hilang maka dari itu jika hanya menggunakan proses biofilter anaerob saja hanya menurunkan polutan organik BOD,COD dan padatan tersuspensi (TSS). Agar hasil air olahan dapat memenuhi standar baku mutu maka air olahan dari proses biofilter anaerob selanjutnya diproses menggunakan biofilter aerob. Pada proses biofilter aerob polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas

karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amonia akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan gas  $\text{H}_2\text{S}$  akan diubah menjadi sulfat. (Said, 2017).

### 2.5.2. Proses Biofilter

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter tercelup dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang di dalamnya diisi dengan media penyangga untuk mengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Mekanisme proses metabolisme di dalam sistem biofilm secara Aerob dijelaskan pada Gambar 2.4 yang menunjukkan sistem biofilm yang terdiri dari media penyangga, lapisan biofilm yang melekat pada medium, lapisan air limbah dan udara. Senyawa polutan yang ada dalam air limbah, seperti senyawa organik (BOD,COD), ammonia, fosfor, dan lainnya, akan berdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium. Pada saat yang bersamaan, dengan bantuan oksigen terlarut, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada pada lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomasa. Suplai oksigen pada lapisan biofilm pada sistem biofilter tercelup dapat dilakukan dengan menggunakan blower udara atau pompa sirkulasi.

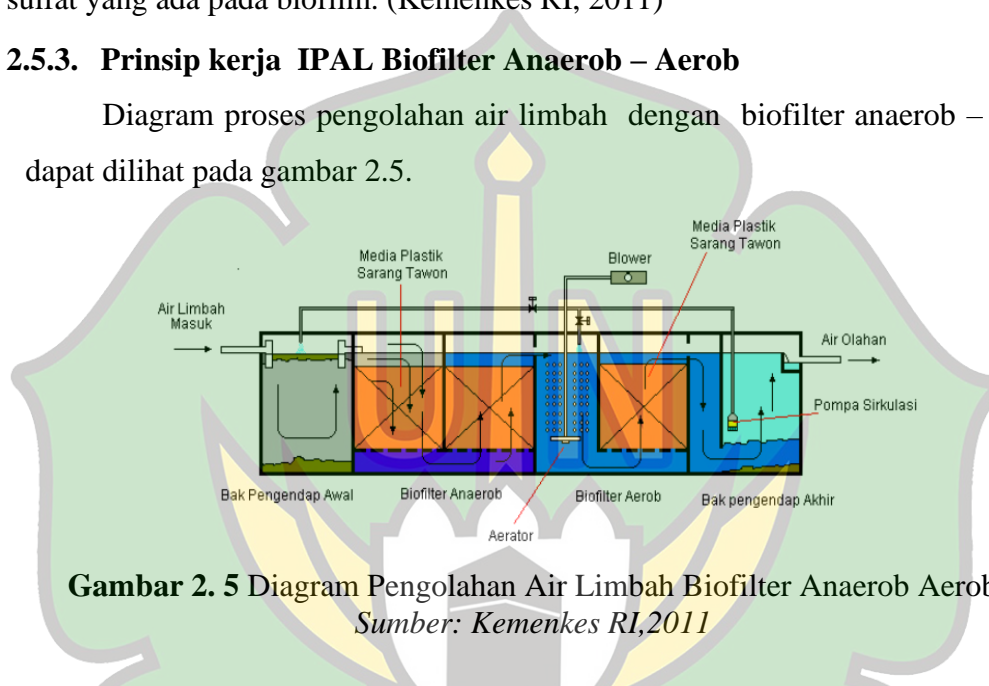


**Gambar 2. 4** Sumber Air Limbah Pasar  
*Sumber: Kemenkes RI,2011*

Jika lapisan mikrobiologis cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan mikrobiologis akan berada dalam kondisi Aerob, sedangkan pada bagian dalam biofilm yang melekat pada medium akan berada dalam kondisi anaerob. Pada kondisi anaerob akan terbentuk gas  $H_2S$ , dan jika konsentrasi oksigen terlarut cukup besar, maka gas  $H_2S$  yang terbentuk akan diubah menjadi sulfat ( $SO_4$ ) oleh bakteri sulfat yang ada pada biofilm. (Kemenkes RI, 2011)

### 2.5.3. Prinsip kerja IPAL Biofilter Anaerob – Aerob

Diagram proses pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob – aerob dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2. 5** Diagram Pengolahan Air Limbah Biofilter Anaerob Aerob  
*Sumber: Kemenkes RI,2011*

1. Seluruh air limbah dialirkan masuk ke bak equalisasi dari bak equalisasi air limbah dipompa ke bak pengendap awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi lainnya. Selain berfungsi untuk bak pengendapan juga berfungsi sebagai bak kontrol aliran serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan atau penampungan lumpur.
2. Selanjutnya air dari bak pengendap awal dialirkan ke reaktor biofilter anaerob. Di Dalam biofilter anaerob diisi dengan media yang berbahan plastik tipe sarang tawon, di dalam reaktor biofilter anaerob terdiri dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang terdapat pada air limbah dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerob. Setelah beberapa hari beroperasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme, mikroorganisme tersebut lah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendapan awal.

3. Air limpasan dari biofilter anaerob dialirkan ke biofilter aerob yang diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon sambil diberikan aerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang terdapat pada air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media, dengan begitu air limbah akan kontak dengan mikroorganisme tersuspensi di dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar, proses tersebut yaitu aerasi kontak.
4. Dari bak aerasi air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di Dalam bak pengendap akhir sebagian air limbah dipompa kembali ke bagian *inlet* bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur, sedangkan air limpasan (*over flow*) dialirkan ke bak kontrol selanjutnya dialirkan ke bak kontaklor untuk proses desinfeksi. Di Dalam bak kontaklor air limbah di kontrakan dengan senyawa klor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Air olahan /effluent , yaitu air yang telah keluar setelah proses klorinasi dapat dibuang langsung ke sungai atau saluran umum, dengan kombinasi proses anaerob dan aerob dapat menurunkan zat organik (BOD dan COD) amonia, deterjen, padatan tersuspensi(ss) fosfat dan lainnya.

Berikut merupakan Kriteria Desain Biofilter Aerob dan Anaerob serta kelebihan dan kekurangan bak tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3 dan 2.4 sebagai berikut.

**Tabel 2. 3** Kriteria Desain Biofilter Aerob dan Anaerob

No .	Parameter Perencanaan	Keterangan	
		1	Bak pengendapan awal
		Beban Permukaan	20 – 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
2	Biofilter Anaerob	Beban BOD persatuan permukaan media (L <sub>A</sub> )	5 – 30 g BOD/m <sup>2</sup> .hari
		Beban BOD	0,5 – 4 kg BOD per m <sup>3</sup> media

No .	Parameter Perencanaan	Keterangan	
		Waktu tinggal total rata-rata	6 – 8 jam
		Tinggi ruang lumpur	0,5 m
		Tinggi bed media pembiakan mikroba	0,9 – 1,5 m
		Tinggi air di atas bed media	20 cm
3	Biofilter Aerob	Beban BOD per satuan permukaan media ( $L_A$ )	5 – 30 g BOD/m <sup>2</sup> .hari
		Beban BOD	0,5 – 4 kg BOD per m <sup>3</sup> media
		Waktu tinggal total rata-rata	6 – 8 jam
		Tinggi ruang lumpur	0,5 m
		Tinggi bed media pembiakan mikroba	1,2 m
		Tinggi air di atas bed media	20 cm
4	Bak pengendap akhir	Waktu tinggal ( <i>Retention time</i> ) rata-rata	2 – 5 Jam
		Beban permukaan ( <i>surface loading</i> ) rata-rata	10 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari
		Beban permukaan	20 – 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari
		Waktu tinggal ( <i>Retention time</i> ) rata-rata	2 – 5 Jam
		Rasio sirkulasi	20 – 50 %
6	Media pembiakan mikroba	tipe	Sarang tawong ( <i>crossflow</i> )
		Material	PVC sheet
		Ketebalan	0,15 – 0,23 mm

No .	Parameter Perencanaan	Keterangan	
		Luas Kontak Spesifik	150 – 226 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> hari
		Diameter Lubang	2 cm x 2 cm
		Berat Spesifik	30 – 35 kg/m <sup>3</sup>
		Porositas Rongga	0,98

Sumber : Said, 2017

**Tabel 2. 4** Kelebihan dan Kekurangan Biofilter Anaerob dan Aerob

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengoperasannya mudah</li> <li>- Lumpur yang dihasilkan sedikit</li> <li>- Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi.</li> <li>- Tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi.</li> <li>- Pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil.</li> <li>- Air limbah yang berada bak penampungan akan mengalami proses penguraian secara biologis</li> <li>- Pengelolaannya sangat mudah</li> <li>- Tidak memerlukan lahan yang luas</li> <li>- Biaya operasinya rendah</li> <li>- Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutrofikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membutuhkan pencucian media secara berkala</li> <li>- Sampah padat yang terbuang di media dapat menyumbat dan menyebabkan sistem tidak dapat bekerja dengan baik dan benar , seperti tisu, benang, kain dsb.</li> <li>- Pembuangan minyak dan lemak dapat mengurangi kinerja biofilter.</li> <li>- Waktu tinggalnya lama yaitu 24 jam</li> </ul>



Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suplai udara untuk aerasi relatif kecil</li> <li>- Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar</li> <li>- Dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik</li> </ul>	

Sumber: Said dan Ruliasih 2005.

## 2.6. Perancangan IPAL

### 2.6.1. Screening

*Screening* atau bak saringan dalam proses pengolahan air limbah, dilakukan pada tahap paling awal. Saringan untuk penggunaan umum dapat digunakan untuk memisahkan macam-macam benda padat yang terdapat di dalam air limbah contohnya plastik, daun, kayu dan benda padat lainnya. Apabila benda-benda tersebut tidak dipisahkan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem perpipaan dan unit pengolahan lainnya. *Screen* merupakan sebuah alat yang disusun dari lubang-lubang yang umumnya memiliki ukuran seragam. *Screen* dikelompokkan menjadi dua yaitu saringan halus (*fine screen*) dan saringan kasar (*coarse screen*) untuk tipe yang sering digunakan pada proses *Screening* adalah *bar screen*, *bar screen* terbuat dari besi yang dipasang miring terhadap suatu kerangka yang melintang. Hal-hal yang harus diperhatikan pada perencanaan *bar screen* adalah kecepatan atau kapasitas rencana, jarak antar bar, ukuran bar/batang, sudut, inklinasi dan *head loss* yang diperbolehkan (Zahid, 2017). Kriteria desain untuk *bar screen* dapat dilihat pada tabel 2.5.

**Tabel 2. 5** Kriteria Desain Bar Screen

Kriteria Desain	Kemampuan Penyisihan (%)
Kecepatan aliran melalui (m/det)	0,3 – 0,6
Ukuran Bar (batang)	

Kriteria Desain	Kemampuan Penyisihan (%)
- Lebar (mm)	4 – 8
- Tebal (mm)	25 – 50
Jarak antar Bar (batang) (mm)	25 – 75
Slope dengan horizonta (derajat)	45 – 60
Headloss yang dibolehkan, <i>Clogged screen</i> (mm)	150
Maksimum head loss, <i>Clogged screen</i> (mm)	800

Sumber : Said, 2017

Headloss bar screen (rack) dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$H_L = \beta (w/b)^{4/3} hv \sin \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

Persamaan 2.1 hanya berlaku untuk saringan (*screen*) yang bersih. Untuk Head Loss melalui saringan bersih atau setengah kotor (*Partly Clogged*) dapat dihitung dengan rumus 2.2 dan 2.3 berikut :

$$H_L = \frac{v^2 - v'^2}{2g} \left(\frac{1}{0,7}\right) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$H_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{CA}\right)^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$H_L$  = Head loss melalui bar screen (m)

V = kecepatan aliran sebelum melewati bar screen (m/detik)

v = kecepatan aliran pada saat melalui bar screen (m/detik)

w = Lebar *cross section* maksimum dari bar screen yang menghadap arah aliran (m)

b = Bukaan screen (*clear spacing*) minimum dari bar (m)

hv = *velocity head* dari aliran yang menuju bar (m)

$\theta$  = sudut bar (batang) dengan horizontal (derajat)

Q = debit aliran melalui aliran screen (m<sup>3</sup>/detik)

A = luas efektif bukaan screen yang tercelup (m<sup>2</sup>)

C = koefisien discharge, besarnya 0,6 untuk screen bersih (m)

### 2.5.1. Grease Removal

*Grease removal*/ bak pemisah lemak, berfungsi untuk menangkap minyak dan lemak yang ada pada air limbah serta mencegah terjadinya penggumpalan pada sistem penyaluran air limbah. Bak pemisah lemak memakai prinsip bahwasannya, minyak dan lemak mempunyai massa jenis yang lebih kecil dari pada air dan akan naik pada permukaan air. Untuk menghilangkan minyak dan lemak, dapat dilakukan menggunakan bak pemisah minyak dan lemak sederhana secara gravitasi. Untuk merancang bak pemisah minyak lemak sederhana, waktu tinggal di dalam bak pemisah lemak umumnya antara 0,5 – 2 jam (Metcalf & Eddy, 2003). Dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4 berikut.

$$\text{Volume} = \text{debit rata-rata air limbah (m}^3/\text{menit)} \times T_d \text{ (menit)} \dots\dots(2.4)$$

### 2.5.2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan bak penampung atau bak pengumpul limbah cair yang berfungsi untuk menampung air limbah sementara dan mengatur debit air menuju IPAL. Pengaturan debit ke IPAL dilakukan dengan pompa *submersible*. Pompa *submersible* seluruh komponennya terendam di dalam air yang akan dipompa atau biasa disebut dengan pompa celup. Pada bak ekualisasi terdapat pompa untuk mengontrol debit yang akan masuk ke proses pengolahan selanjutnya. Kriteria desain bak ekualisasi dapat dilihat pada tabel 2.6 sebagai berikut.

**Tabel 2. 6** Kriteria Desain Bak Ekualisasi

Parameter	Satuan	Nilai
Kedalaman Minimum	M	1,5 – 2
Ambang batas	M	1
Laju pemompaan udara	m <sup>3</sup> /menit	0,01 – 0,015

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Untuk menentukan dimensi dari bak ekualisasi, terlebih dahulu tentukan volume yang dibutuhkan dengan rumus :

$$\text{Diperlukan} = Q \times t_d \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Q = Debit Limbah ( $m^3/jam$ )

$t_d$  = Waktu Tinggal (jam)

Waktu tinggal yang dipersyaratkan rata-rata berkisar 3-5 jam (Kemenkes RI,2011)

### 2.5.3. Bak Pengendapan Awal

Bak Pengendapan Awal berfungsi untuk menghilangkan padatan tersuspensi yang ada di dalam air limbah. Kotoran atau polutan yang berupa padatan tersuspensi misalkan lumpur anorganik seperti tanah liat, akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Kotoran padatan tersebut terutama lumpur anorganik tidak dapat terurai secara biologis dan apabila tidak dihilangkan atau diendapkan akan menempel pada permukaan biofilter sehingga dapat menghambat transfer oksigen ke dalam lapisan biofilm dan juga dapat menurunkan efisiensi pengolahan (Said,2011). Untuk menentukan dimensi pada bak pengendapan awal terlebih dahulu ditentukan volume dengan rumus 2.6 :

$$V = \frac{RT}{24 \text{ jam}} \times \text{hari} \times Q \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Q = Debit Limbah ( $m^3/jam$ )

$r_t$  = Waktu Tinggal (jam)

Beban permukaan (*surface loading*), sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak ( said, dkk 2011 )

$$V_o = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$V_o$  = laju limpahan / beban permukaan ( $m^3/ m^2$ ).

Q = aliran rata-rata harian,  $m^3$  per hari hari

A = total luas permukaan ( $m^2$ )

Beban permukaan = 20 – 50  $m^3/m^2$ .hari. ( Japan Water Works Association 1978)

#### 2.5.4. Biofilter Anaerob dan Aerob

Pengolahan air limbah Biofilter Anaerob Aerob adalah proses pengolahan air limbah dengan cara mengkombinasikan proses biofilter anaerob dan proses biofilter aerob.

##### 1. Biofilter Anaerob

Biofilter Anaerob mampu mengolah air limbah dengan kandungan bahan organik yang tinggi dan tahan pada perubahan konsentrasi dan juga debit aliran secara mendadak. Salah satu kelebihan pada proses anaerob yaitu lumpur biologis yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan proses aerob dan kelemahan pada proses ini kadang menimbulkan bau akibat produksi gas hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) atau asam-asam organik. (Metcalf & Eddy, 2003). Berikut tabel 2.7 merupakan tabel klasifikasi untuk jenis filter.

**Tabel 2.7** Klasifikasi penggunaan berdasarkan Filter

Design Characteristic	Low Standard Rate	Intermediate Rate	High Rate	High Rate	Roughing
Type of packing	Rock	Rock	Rock	Plastic	Rock /Plastic
Hidrolik( $m^3/m^2d$ )	1 - 4	4 - 10	10 - 40	10 - 75	40 - 200
Organic loading (Kg Bod/ $m^2.d$ )	0,07 - 0,22	0,24 - 0,48	0,4 - 2,4	0,6 - 3,2	>1,5
Recirculation ratio	0	0 - 1	1 - 2	1 - 2	0 - 2
Filter flies	many	varies	few	few	few
sloughing	Intermittent	Intermittent	Continuous	Continuou s	Continuous
Depth(m)	1,8 - 2,4	1,8 - 2,5	1,8 - 2,6	3,0 - 12,2	0,9 - 6
Bod Removal Efficiency (%)	80 - 90	50 - 80	50 - 90	60 - 90	40 - 70
Effluent quality	Some Nitrification	Some Nitrification	No Nitrification	No Nitrificati on	No Nitrification
Daya Kw/103.M <sup>2</sup>	2 - 4	2 - 8	6 - 10	6 - 10	10 - 20

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Volume media biofilter yang diperlukan adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{media biofilter}} = \frac{\text{Beban BOD (kg/hari)}}{\text{standar beban BOD (kg/m}^3\text{.hari)}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Beban BOD yang terdapat di dalam air limbah didapatkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{BOD} = Q \times \text{Kadar BOD masuk} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan

BOD = Beban BOD di dalam air limbah (kg/hari)

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

BOD<sub>masuk</sub> = Kadar BOD dalam limbah cair yang masuk ke reaktor (g/ m<sup>3</sup>)

Penentuan volume media biofilter adalah 60 % dari jumlah total volume reaktor (Kemenkes,2011). Oleh sebab itu reaktor yang diperlukan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{reaktor diperlukan}} = \frac{100}{60} V_{\text{media biofilter}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Waktu tinggal dan efisiensi penyisihan beban OD ditetapkan berdasarkan temperatur yang terdapat didalam reaktor yang dapat ditentukan pada tabel 2.8 (Metcalf & Eddy, 2003 :1022).

**Tabel 2. 8** Klasifikasi berdasarkan air limbah pada anaerob

Wastewater	Temperature °c	Cod loading kg/m <sup>3</sup> .d	R.h	Cod removed%
Citric acid	35	42	24	70
Starch whey	35	8,2	105	99
Milk	37	3 - 5	18 - 12	71 - 85
molasses	36	12 - 30	3 - 8	50 - 95
Glucose	35	10	12	95
Sulfite, pulp	35	3 - 18	3 - 62	60 - 80

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003.

Waktu tinggal (t<sub>d</sub>) yang diperlukan di dalam reaktor didapatkan dari rumus 2.11.

$$t_d = \frac{V \text{ reaktor diperlukan}}{Q} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

$t_d$  = Waktu Tinggal (jam)

$Q$  = Debit Limbah ( $m^3/jam$ )

$V$  = Volume reaktor yang diperlukan ( $m^3$ )

## 2. Biofilter Aerob

Biofilter Aerob dioperasikan dengan adanya tambahan oksigen melalui injeksi udara dari unit *kompresor* atau *blower*. Kemudian udara diinjeksikan pada bagian bawah media filter dengan tekanan tertentu lewat pipa berlubang. Biofilter Aerob dioperasikan dengan beban pengolahan lebih rendah, oleh karena itu proses Aerob selalu diletakan setelah proses anaerob. Kriteria perencanaan perhitungan media didasarkan pada besar beban BOD maka rumus volume media yang diperlukan sebagai berikut :

$$V_{\text{ media biofilter}} = \frac{\text{Beban BOD (kg/hari)}}{\text{standar beban BOD (kg/m}^3\text{.hari)}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Volume media biofilter aerob sebesar 40% dari jumlah total volume reaktor (Kementerian Kesehatan,2011), sehingga

$$V_{\text{ reaktor diperlukan}} = \frac{100}{40} V_{\text{ media biofilter}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Waktu tinggal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$t_d = \frac{\text{Volume reaktor (m}^3\text{)}}{\text{debit limbah cair (m}^3\text{/jam)}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Waktu tinggal yang dipersyaratkan pada bak aerob adalah 6 – 8 jam (Kemenkes,2011). Pada bak Aerob terdapat berupa ruang aerasi dan ruang media yang dapat ditentukan.

## 3. Blower udara

Blower Udara berfungsi sebagai aerator pada bak aerob (Mufida, 2015). Penentuan blower udara didasarkan dari kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk menghilangkan beban BOD. Menurut Hidayati (2017) kebutuhan oksigen yang

ditetapkan efisiensi biofilter aerob sebesar 90%. Untuk faktor keamanan (FS) dapat ditentukan dari berbagai *packing* pada tabel 2.9.

$$\text{Kebutuhan Teoritis} = 90\% \times \text{Beban BOD (kg/hari)} \dots \dots \dots (2.15)$$

**Tabel 2. 9** faktor keamanan filter berdasarkan packing

Pengemasan	Luas Permukaan Spesifik M <sup>2</sup> /M <sup>3</sup>	Faktor Koreksi
Rock	45	2,0
Aliran Silang Plastik	100	1,3
Aliran Silang Plastik	140	1,6
Plastic Acak	100	1,6

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Untuk packing berupa aliran silang plastik (*Plastic cross flow*), maka digunakan FS sebesar 1,6 maka kebutuhan oksigen dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan oksigen} = \text{FS} \times \text{kebutuhan teoritis (kg/hari)} \dots \dots \dots (2.16)$$

Massa jenis udara dapat dihitung dalam rumus sebagai berikut (Metcalf & Eddy, 2003 : 1738)

$$p_a = \frac{P.M}{R.T} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

P = Tekanan atmosfer (  $1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  )

M = Mol udara (28.97/kg/kg - mol)

R = konstanta gas universal (8314 N.m/kg-mol.K)

T = Temperatur, K (Kelvin) (273,15 +°C)

Kebutuhan udara teoritis untuk menentukan kapasitas blower terdapat pada tabel 2.10 dapat ditentukan persentase oksigen dalam udara (Metcalf & Eddy, 2003 : 1737).

**Tabel 2. 10** Perkiraan persentase gas dalam udara

Gas	Rumus	Persen /volume	Persen Berat
Nitrogen	N <sup>2</sup>	73,03	75,47



Gas	Rumus	Persen /volume	Persen Berat
Oksigen	O <sup>2</sup>	20,99	23,18
Argon	Ar	0,94	1,3
Karbon dioksida	CO <sup>2</sup>	0,03	0,05

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003.

Persentase oksigen dalam udara berdasarkan tabel 2.10 adalah 23,18%. Kemudian dapat diperhitungkan jumlah kebutuhan udara dengan rumus berikut :

$$\text{jumlah kebutuhan udara} = \frac{\text{kebutuhan oksigen (kg/hari)}}{\text{massa jenis udara (kg/hari)} \times \text{persentase oksigen dalam udara (\%)}} \dots\dots(2.18)$$

Jumlah kebutuhan udara aktual dapat ditentukan pada tabel 2.11

**Tabel 2. 11** Efisiensi blower udara

Diffuser Type And Placement	Air flow rate/diffuser		SOTE(%) at 4,5 m(15 ft)
	Ft <sup>2</sup> /min	m <sup>3</sup> /min	submergence
Ceramic disks-grid	0.4 - 3.4	0.01 - 0.1	25 - 35
Ceramic domes-grid	0.5 - 2.5	0.015 - 0.07	27 - 37
Ceramic plates-grid	2.0 - 5.0	0.6 - 1.5 <sup>d</sup>	26 - 33
Rigid porous plastic tubes			
Grid	2.4 - 4.0	0.07 - 0.11	28 - 32
Dual spiral roll	3.0 - 11.0	0.08 - 0.3	17 - 28
Single spiral roll	2.0 - 12.0	-	-
Non Rigid porous plastic tubes			
Grid	1.0 - 7.0	0.03 - 0.2	26 - 36
Single spiral roll	2.0 - 7.0	0.06 - 0.2	19 - 37
Perforated membrane tubes			
Grid	1.0 - 4.0	0.03 - 0.11	22 - 29
Quarter poin	2.0 - 6.0	0.6 - 0.17	19 - 24
Single spiral roll	2.0 - 6.0	0.6 - 0.17	15 - 19

Diffuser Type And Placement	Air flow rate/diffuser		SOTE(%) at 4,5 m(15 ft)
	Ft <sup>2</sup> /min	m <sup>3</sup> /min	submergence
Perforated membrane panels	N/A	N/A	38 - 43
Jet aeration			
Side header	34 - 300	1.5 - 8.5	15 - 24
Non Porous diffusers			
Dual spiral roll	3.3 - 10	0.1 - 0.28	12 - 13
Midwidth	4.2 - 45	0.12 - 1.25	10 - 13
Single spiral roll	10 - 35	0.28 - 1.0	9 - 12

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

$$\text{kebutuhan udara aktual} = \frac{\text{jumlah kebutuhan udara teoritis}}{\text{efisiensi blower (\%)}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Setelah menentukan kebutuhan udara aktual, maka dapat direncanakan kapasitas blower udara yang diperlukan.

**2.5.5. Bak Pengendapan Akhir**

Lapisan biofilm terdapat pada reaktor biofilter aerob kemungkinan dapat lepas dan dapat menyebabkan air olahan menjadi keruh. Untuk mengatasi hal tersebut di dalam sistem biofilter anaerob-aerob, air limpasan dari reaktor biofilter dialirkan ke bak pengendap akhir yang berfungsi untuk memisahkan dan mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada di dalam air limbah, agar air olahan menjadi jernih (Kementerian Kesehatan, 2011).

$$V = \frac{RT}{24 \text{ jam}} \times \text{hari} \times Q \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

Q = Debit Limbah (m<sup>3</sup>/jam)

rt = Waktu Tinggal (jam)

Beban permukaan (*surface loading*):

$$V_o = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

$V_o$  = laju limbah / beban permukaan ( $m^3 / m^2$ ).

$Q$  = Debit Limbah ( $m^3 / jam$ )

$A$  = total luas permukaan ( $m^2$ )

### 1.8.7. Media Filter

Media biofilter yang digunakan secara umum dapat berupa bahan material organik atau anorganik. Biasanya untuk media biofilter dari bahan anorganik semakin kecil diameternya luas permukaan semakin besar, sehingga jumlah mikroorganisme yang dapat dibiakan juga menjadi besar pula, tetapi volume rongga menjadi lebih kecil. Jika terjadi penyumbatan maka dapat terjadi aliran yang singkat (*short pass*) dan juga terjadi penurunan jumlah aliran sehingga kapasitas pengolahan dapat menurun drastis ((Said dan Ruliasih, 2005).

Media biofilter dari bahan organik banyak yang dibuat dengan cara dicetak dari bahan tahan karat dan ringan, misalnya PVC dan bahan lainnya dengan luas permukaan spesifik yang besar dan volume rongga (porositas) yang besar, sehingga dapat mematkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dengan resiko kebutuhan yang sangat kecil. Dengan demikian memungkinkan untuk pengolahan air limbah dengan beban konsentrasi yang tinggi serta efisiensi pengolahan yang cukup besar (Kemenkes RI, 2011).

Beberapa kriteria media biofilter yang ideal yang harus diperhatikan yaitu:

- Mempunya luas permukaan yang spesifik besar
- Mempunyai fraksi volume rongga tinggi
- Diameter celah bebas besar (*large free passage diameter*)
- Tahan terhadap penyumbatan
- Dibuat dari bahan inert
- Harga per unit luas permukaan murah
- Mempunyai kekuatan mekanik yang baik
- Ringan dan fleksibel
- Pemeliharaan mudah dan kebutuhan energi kecil
- Mereduksi cahaya (menghalangi cahaya masuk ke media)
- Memiliki sifat *hydrophilic* (suka terhadap air, tidak berminyak, tidak licin)

### 1.9. Penelitian Terdahulu

Pada tugas akhir ini akan ditinjau beberapa hasil dari penelitian terdahulu untuk dijadikan sebagai referensi. Penelitian yang terdahulu diambil merupakan penelitian yang ada kaitannya dengan tugas akhir ini. Penelitian terdahulu didapatkan melalui studi literatur, jurnal dan hasil tugas akhir terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 2.12 sebagai berikut.

**Tabel 2. 12** Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Neshart	2021	Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biofilter Anaerob – Aerob Pasar Tradisional Mandonga	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem pengolahan Biofilter Anaerob – Aerob</li> <li>2. Debit air limbah adalah 7,88 m<sup>3</sup>/hari</li> <li>3. bak kontrol dengan panjang 0,50 m, lebar 0,50 m, dan tinggi 0,40 m</li> <li>4. bak pengendap awal yaitu panjang sebesar 1,7 m, lebar 1 m, dan tinggi 1 m</li> <li>5. bak biofilter anaerob yaitu panjang sebesar 1m, lebar 0,83m dan tinggi 1m.</li> <li>6. bak biofilter aerob yaitu panjang sebesar 0,80 m, lebar 0,53 m dan tinggi 1m</li> <li>7. bak pengendap akhir I yaitu panjang 1,7 m, lebar 1 m dan tinggi 1 m</li> <li>8. bak pengendap akhir II yaitu panjang 1,7 m, lebar 1 m dan tinggi 1 m.</li> </ol>

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2	Debora	2019	Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (ipal) pasar tradisional padang bulan Di kecamatan medan baru, kota medan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debit air limbah adalah 22,5 m<sup>3</sup>/hari.</li> <li>2. Menggunakan teknologi sistem <i>activated sludge</i> (pengolahan lumpur aktif) <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>bar screen</i> dengan panjang 1 m, lebar 0,5 m, tinggi</li> <li>2. bak pemisah lemak dengan panjang 1 m, lebar 1 m, tinggi 1,3 m,</li> <li>3. bak ekualisasi panjang 1,3m, lebar 1 m, tinggi 1,9 m,</li> <li>4. bak pengendap awal dengan panjang 1,8 m, lebar 1 m, tinggi 2 m,</li> <li>5. <i>activated sludge</i> panjang 1,7 m, lebar 1,5 m, tinggi 1,8 m,</li> <li>6. <i>bak clarifier</i> panjang 1 m, lebar 1 m, tinggi 1,9 m,</li> </ol> </li> <li>3. bak desinfeksi panjang 1,25 m, lebar 0,4m, tinggi 1 m.</li> </ol>
3	Astari Dwi Putri	2015	Perancangan sistem pengolahan limbah cair kawasan pasar Angrek kota pontianak	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debit air limbah adalah 1,44 m<sup>3</sup>/hari</li> <li>2. <i>bar screen</i> dengan volume 0,2 m</li> <li>3. bak pemisah lemak dengan panjang 1 m, lebar 1 m, tinggi 1,3 m,</li> <li>1. bak ekualisasi dengan volume 0,25 m<sup>3</sup>/hari</li> </ol>

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				2. bak pengendap awal volume 0,2 m <sup>3</sup> /hari 3. bak Anaerob dengan volume 0,5 m <sup>3</sup> /hari 4. bak Aerob dengan volume 0,06 m <sup>3</sup> /hari 5. bak pengendap akhir 0,2 m <sup>3</sup> /hari



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

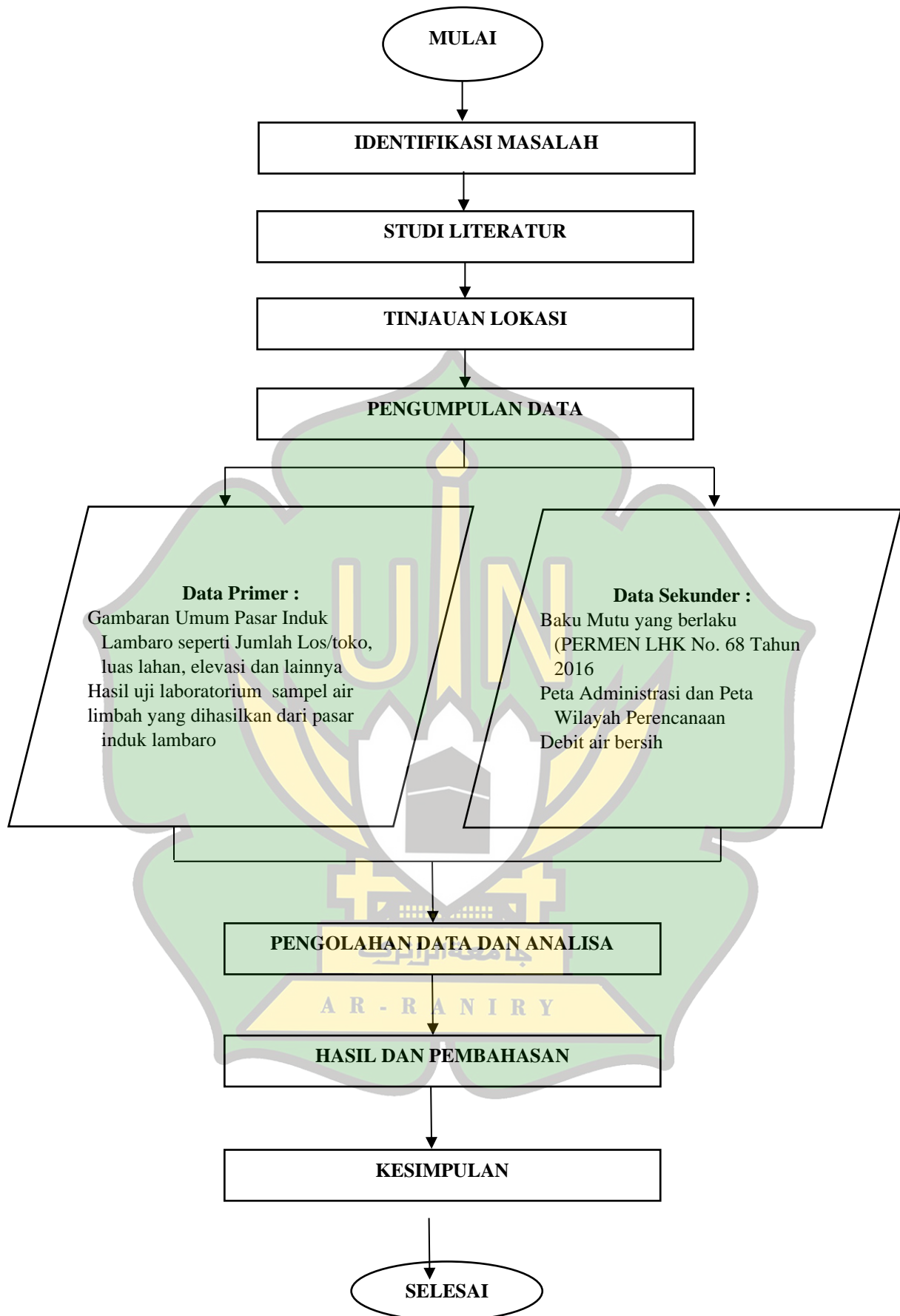
Waktu penelitian dilakukan selama tiga bulan, terhitung dari Bulan Agustus 2021 sampai dengan 01 Mei 2022. Lokasi penelitian dilakukan di Pasar Induk Lambaro Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1** Peta Lokasi Penelitian

#### 3.2. Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan adalah gambaran tahapan-tahapan yang akan dilakukan dari awal sampai akhir perencanaan. Kerangka perencanaan disusun secara terstruktur yang tujuannya untuk memudahkan proses pelaksanaan perencanaan. Kerangka perencanaan yang telah disusun dapat dilihat pada gambar 3.2



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Perencanaan



### 3.2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yaitu untuk mengkaji permasalahan yang terdapat di sekitar daerah perencanaan. Perencanaan ini dilatarbelakangi karena belum terlaksananya upaya sanitasi secara maksimal yang ditandai dengan belum tersedianya akses pedagang pasar ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada pasar Induk Lambaro, sehingga air limbah dari aktivitas perdagangan langsung dibuang ke saluran drainase dan langsung mengalir ke sungai setempat ada. Oleh karena itu, tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk mencegah terjadinya pencemaran kualitas air dan mengoptimalkan upaya sanitasi dalam meningkatkan kesehatan masyarakat.

### 3.2.2. Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan kepustakaan dilakukan untuk mengkaji berbagai literatur dan memperoleh teori yang mendukung sebagai panduan dasar perencanaan. Sumber literatur yang digunakan sebagai tinjauan kepustakaan berupa buku, jurnal, artikel ilmiah, skripsi, tesis, disertasi, dan laporan evaluasi yang relevan dengan perencanaan IPAL. Teori-teori yang ditinjau dalam tugas akhir ini meliputi pengetahuan umum mengenai air limbah domestik, IPAL dan perencanaannya, unit pengolahan Biofilter Anaerob dan Aerob serta kriteria desainnya. Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 sebagai baku mutu air limbah, dan Standar Harga Satuan Pemerintah Aceh Tahun Anggaran 2021 untuk perhitungan RAB perencanaan IPAL.

### 3.2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk menunjang proses perencanaan. Data yang dikumpulkan dalam perencanaan ini berupa data primer dan data sekunder.

#### a. Data primer

Data primer didapatkan berdasarkan kondisi dari daerah rencana. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

##### 1. Karakteristik air limbah Pasar Induk Lambaro

Data ini diperoleh dari hasil uji laboratorium terhadap sampel air limbah di daerah rencana. Karakteristik air limbah yang diuji meliputi parameter-parameter yang tercantum dalam Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 yaitu parameter BOD, COD, pH, TSS, amonia, dan *total coliform*.

Tahapan pengambilan sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- i. Sampel air limbah diambil pada satu (1) titik , yaitu pada effluent pembuangan akhir air limbah dikarenakan setiap drainase dari setiap los basah yang terdiri dari los ayam, los ikan, los daging dan los sayur tidak memiliki drainase yang terpisah.
  - ii. Sampel air limbah diambil sebanyak 600 mL, setiap botol ditutup dengan kain hitam untuk menghindari kontak langsung dengan cahaya (SNI 6989.59:2008).
  - iii. Sampel air limbah diambil pada waktu kepadatan tinggi, yaitu pada pukul 10.00 WIB.
  - iv. Sampel air limbah dianalisis di laboratorium untuk mendapatkan hasil dari setiap parameter baku mutu air limbah.
2. Kondisi lokasi rencana untuk lahan pembangunan IPAL  
Data ini diperoleh melalui wawancara dan pengamatan langsung ke lokasi rencana yaitu luas lahan dan elevasi lahan. Luas lahan dan elevasi tanah diukur dengan menggunakan bantuan aplikasi *google earth*.

b. Data sekunder

Data sekunder dikumpulkan sebagai pendukung data primer. Data sekunder didapatkan dari dinas atau instansi pemerintahan. Data-data sekunder yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Jumlah Los/Toko di Pasar Induk Lambaro, Kabupaten Aceh Besar.
2. Peta administrasi /layout Pasar Induk Lambaro
3. Data Pemakaian air Pasar Induk Lambaro
4. Kriteria desain dan efisiensi penurunan masing-masing unit IPAL

### 3.2.4. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan meliputi analisis kualitas, serta estimasi kuantitas (debit) air limbah yang dihasilkan oleh aktivitas perdagangan di daerah rencana.

- a. Analisis kualitas dan estimasi kuantitas air limbah

Analisis kualitas air limbah dilakukan dengan membandingkan hasil uji sampel air limbah dengan baku mutu air limbah yang terdapat pada Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016. Kualitas air limbah yang diperoleh akan dijadikan sebagai nilai parameter inisial dalam menentukan unit pengolahan yang sesuai untuk diterapkan pada perencanaan IPAL.

Debit perencanaan diperoleh berdasarkan data dari pemakaian air di setiap aktivitas jual beli di Pasar Induk Lambaro dengan melakukan wawancara dengan pedagang langsung. Menurut Satiti (2011) jika debit dihitung berdasarkan luas los menunjukkan bahwa luas los tidak mempengaruhi jumlah debit yang dihasilkan karena setiap pasar telah memiliki ukuran los yang standar dan disamaratakan untuk semua los. Hal ini menyebabkan setiap los memiliki besaran tempat berdagang yang sama meskipun setiap pedagang memiliki kebutuhan air yang berbeda. Jumlah kebutuhan air juga terkait dengan erat dengan komoditas yang diperjualbelikan oleh pedagang.

Ciri khas perdagangan di Pasar Induk Lambaro yang penjualannya sering dilakukan dalam partai besar menambah tingkat kesulitan dalam mengidentifikasi jumlah air limbah berdasarkan luas los. Hal ini disebabkan ada pedagang yang memiliki los yang kecil, namun karena mengkhususkan diri dalam penjualan partai besar, jumlah kebutuhan airnya menjadi besar. Fakta ini sekaligus dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa dalam kasus Pasar Induk Lambaro, debit air limbah yang dihasilkan tidak dapat dikuantifikasi dengan menggunakan parameter luas los.

Dari data pemakaian air akan dihitung pemakaian air rata-rata dari Pasar Induk Lambaro. Besarnya air bersih yang akan menjadi air limbah diperkirakan sebanyak 50% hingga 80% dari pemakaian air bersih (Tchobanoglous dan Burton, 1991). Pada tugas akhir ini, asumsi debit air limbah yang digunakan adalah 80% dari pemakaian air bersih. Pada perhitungan selanjutnya digunakan debit maksimum air limbah sebagai antisipasi apabila debit air limbah meningkat pada hari-hari besar tertentu seperti hari lebaran dan hari besar lainnya dengan menggunakan rumus ;

$$Q_{md} = F_{md} \times Q_{rata-rata} \dots\dots\dots$$

Dimana :  $F_{md} = F_{md}$  = faktor debit hari maksimum

Debit yang didapatkan selanjutnya dikonversi baik dalam satuan  $m^3$ /hari maupun dalam satuan  $m^3$ /jam. Cara mengkonversi debit disajikan dalam persamaan berikut :

$$Q_{ave} (m^3/hari) = Q (m^3/bulan) 30 \text{ hari}$$

$$Q_{ave} (m^3/jam) = Q (m^3/hari) 24 \text{ jam}$$

### 3.2.5. Perencanaan IPAL

Alternatif pemilihan teknologi pengolahan air limbah ditentukan berdasarkan data kualitas dan kuantitas air limbah yang dihasilkan. Alternatif teknologi pengolahan air limbah yang digunakan pada perencanaan IPAL ini yaitu Biofilter Anaerob Aerob yang sebelumnya telah dahulu dianalisis kelebihan dan kekurangannya. Perencanaan IPAL dilakukan berdasarkan pada data-data yang didapatkan serta kriteria perencanaan dari setiap unit IPAL yang direncanakan. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut.

- a. Menganalisis karakteristik dan estimasi debit air limbah yang dihasilkan.
- b. Membuat skema pengolahan pada IPAL yang direncanakan.
- c. Menghitung dan membuat diagram kesetimbangan massa.
- d. Membuat rencana *layout* IPAL.
- e. Menyusun *Detail Engineering Design* yang meliputi perhitungan dimensi dan pembuatan gambar dari setiap unit pengolahan yang direncanakan

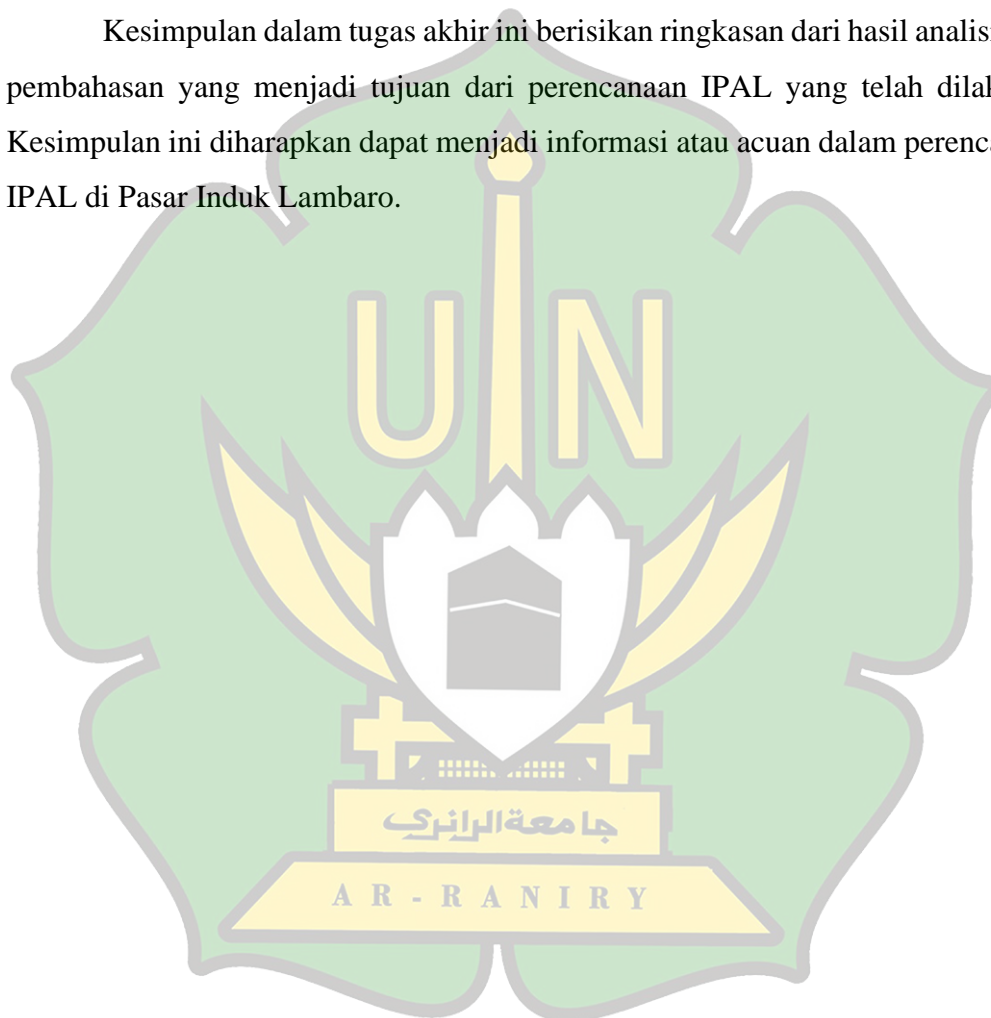
### 3.2.6. Pembuatan BOQ dan RAB

Pembuatan *Bill of Quantity* (BOQ) bertujuan untuk mengkalkulasikan detail kebutuhan untuk pekerjaan pembangunan IPAL yang meliputi luas, volume, serta galian dari setiap Unit Biofilter Anaerob Aerob yang akan direncanakan. Pembuatan BOQ dilakukan berdasarkan hasil perhitungan *Detail Engineering Design* (DED) yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) bertujuan untuk mengkalkulasi dan merekapitulasi seluruh

anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL. Pembuatan RAB dilakukan dengan mengalikan besaran volume pekerjaan dengan standar satuan harga berdasarkan Peraturan Gubernur Aceh Nomor 65 Tahun 2020 tentang Penetapan Standar Satuan Harga (SSH) Pemerintah Aceh Tahun 2020.

### 3.2.7. Kesimpulan

Kesimpulan dalam tugas akhir ini berisikan ringkasan dari hasil analisis dan pembahasan yang menjadi tujuan dari perencanaan IPAL yang telah dilakukan. Kesimpulan ini diharapkan dapat menjadi informasi atau acuan dalam perencanaan IPAL di Pasar Induk Lambaro.

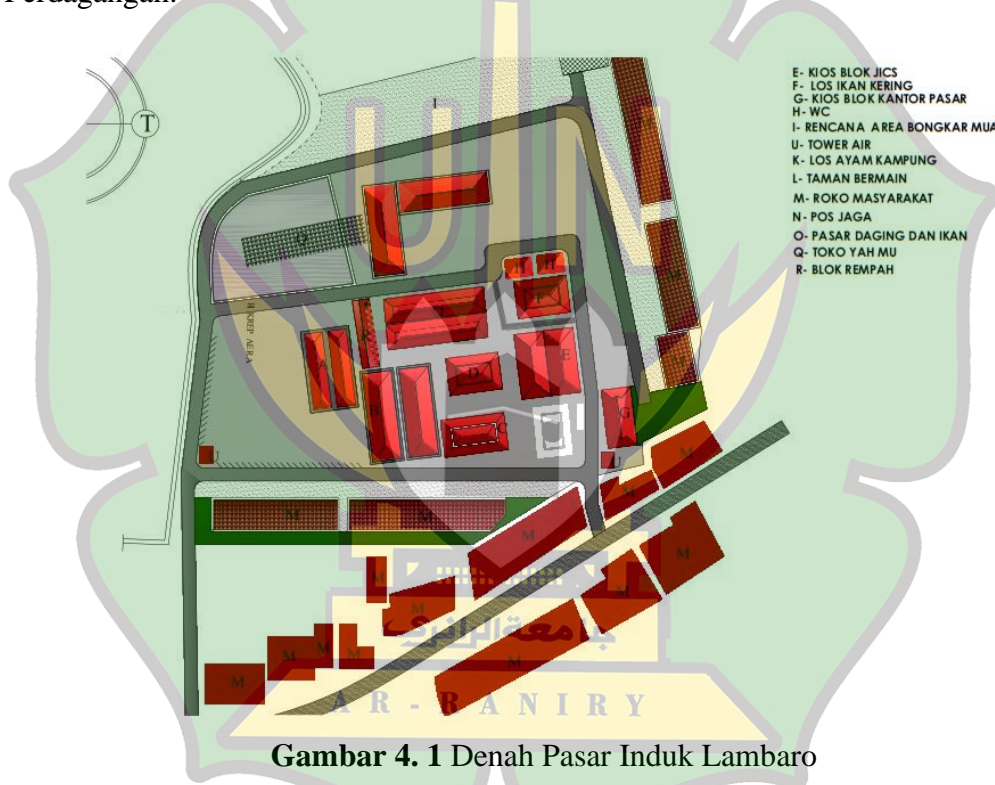


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN PERENCANAAN

#### 4.1. Gambaran Umum Pasar Induk Lambaro

Pasar Induk Lambaro merupakan salah satu pasar tradisional yang terletak di Aceh Besar. Pasar induk lambaro merupakan salah satu dari sekurang-kurangnya 23 pasar tradisional yang berada di sekitaran Aceh Besar dan Kota Banda Aceh yang berada di bawah tanggung jawab Dinas Koperasi, Usaha Kecil, Menengah Dan Perdagangan.



Kondisi sanitasi di pasar induk lambaro belum tercapai secara maksimal, yang dapat ditandai dengan belum tersedianya akses ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pasar Induk Lambaro , Kabupaten Aceh Besar sehingga air limbah yang dihasilkan dari kegiatan Pasar Induk Lambaro mengalir melalui drainase kecil dalam los menuju sebuah saluran pipa pembuangan yang akan dibuang ke drainase yang terdapat di luar gedung pasar, dari drainase langsung

mengalir menuju anak sungai krueng aceh tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.

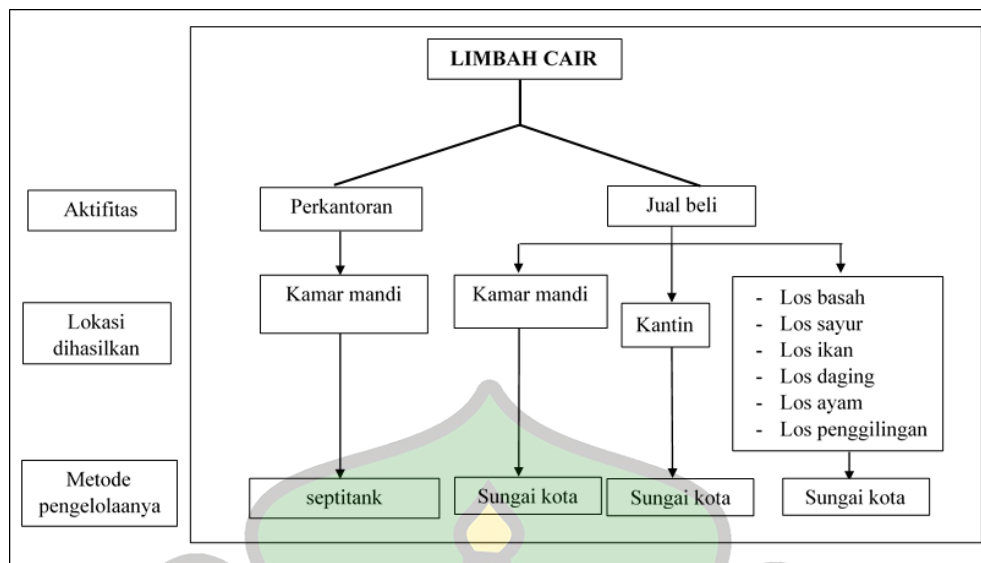


**Gambar 4. 2** Kondisi drainase pasar induk lambaro



**Gambar 4. 3** Sungai pembuangan air limbah

Penelitian ini sendiri akan difokuskan hanya pada air limbah yang dihasilkan dari kantin, los basah dan kamar mandi yang pembuangan air kotorannya langsung ke drainase. Keterangan lebih lanjut mengenai sumber air limbah dapat dilihat pada gambar 4.4 . Untuk pengolahan limbah *black water* di pasar induk lambaro disalurkan ke dalam *septic tank* yang telah dibuat. Kebutuhan air bersih pasar induk lambaro sebagian disuplai oleh PDAM Tirta Mountala yang berada di Siron sebagian lagi menggunakan enam buah water tank yang berisikan 3 buah water tank isi 5000 liter air, 3 buah water tank isi 1000 liter air dan sumur bor.



**Gambar 4. 4** Diagram sumber air limbah pasar induk lambaro

Seperti mana Pasar Tradisional lainnya, salah satu komoditas yang dijual di pasar tradisional merupakan bahan kebutuhan pangan. Bahan kebutuhan pangan yang tersedia berupa bahan mentah dan bahan jadi. Bahan mentah yang dijual diantaranya yaitu daging ayam, sapi, kambing dan ikan serta berbagai macam sayur mayur. Namun sebagaimana pasar tradisional lainnya yang bertransformasi, komoditas yang dijual di pasar induk lambaro tidak hanya berupa bahan kebutuhan pangan melainkan juga mencakup pakaian jadi dan alat elektronik.

#### 4.2. Kualitas Air Limbah Pasar Induk Lambaro

Air limbah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah greywater yang berasal dari aktivitas perdagangan pasar. Sampel air limbah diambil pada effluent akhir pembuangan air limbah. Pengujian sampel air limbah di analisis pada Laboratorium Analisis instrumentasi kimia dan Laboratorium Pengujian Kualitas Lingkungan. Hasil pengujian kualitas air limbah yang telah dilakukan, dapat dilihat pada tabel 4.1. Acuan Standar baku mutu yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Perbandingan antara hasil uji sampel air limbah dengan standar baku mutu air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.1.



**Tabel 4. 1** Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum	Ket.
1	pH	mg/L	6,8	6 – 9	Sesuai baku mutu
2	Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	446,7	30	<b>Diatas baku mutu</b>
3	Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	1.168	100	<b>Diatas baku mutu</b>
4	Biochemical oxygen demand (BOD)	mg/L	937	30	<b>Diatas baku mutu</b>
5	Amonia (NH <sub>3</sub> )	mg/L	101,9	10	<b>Diatas baku mutu</b>
6	Minyak & Lemak	mg/L	0.072	5	Sesuai baku mutu
7	Total Coliform	mg/L	1.100	3000	Sesuai baku mutu

Sumber: Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, (2021)

Berdasarkan data hasil pengujian kualitas sampel air limbah pada Tabel 4.1. Diketahui Parameter TSS, BOD, COD, dan Amonia memiliki nilai diatas baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menurut Neshart (2021), adapun faktor yang mempengaruhi tingginya kadar BOD pada air limbah diakibatkan oleh kandungan bahan organik yang terdapat di dalam air, suhu, densitas plankton oksigen terlarut nilai pH serta keberadaan mikroba dan dapat mengakibatkan penyusutan oksigen terlarut melalui proses penguraian bahan organik pada kondisi Aerob dan penurunan nilai pH dalam suatu perairan. Sedangkan untuk TSS sangat berkaitan erat dengan kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat tersuspensi yang ada di dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat, dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang di dalam air. Maka dari itu diperlukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk

mengolah air limbah pasar induk lambaro, agar kualitas air limbah yang disalurkan ke lingkungan dapat memenuhi persyaratan baku mutu. Berikut merupakan konversi beban BOD dan TSS perhari

Diketahui :

$$\text{Kadar TSS} = 446,7 \text{ mg/l}$$

$$\text{Debit air limbah pasar induk lambaro} = 41.000 \text{ L/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka didapatkan beban TSS per hari yaitu} &= \text{TSS} \times \text{Debit air limbah} \\ &= 446,7 \text{ mg/l} \times 41.000 \text{ L/hari} \\ &= 18.314 \text{ mg/hari} \\ &= 0,018 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Diketahui :

$$\text{Kadar BOD} = 937 \text{ mg/l}$$

$$\text{Debit air limbah pasar induk lambaro} = 41.000 \text{ L/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka didapatkan beban BOD per hari yaitu} &= \text{BOD} \times \text{Debit air limbah} \\ &= 937 \text{ mg/l} \times 41.000 \text{ L/hari} \\ &= 38.417 \text{ mg/hari} \\ &= 0,038 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Parameter minyak dan lemak serta pH air limbah tidak diperhitungkan dalam perencanaan ini karena kedua parameter tersebut berada di bawah baku mutu air limbah yang diperbolehkan.

#### 4.3. Kuantitas Air Limbah Pasar Induk Lambaro

Kuantitas limbah cair merupakan satu hal yang penting yang harus diketahui dalam melakukan suatu perencanaan. Pada penelitian ini, pengukuran debit limbah cair terdiri dari Los Ayam, Los Daging, Los Ikan, Los Buah dan sayur, Toilet Umum dan Kantin. Cara pengukuran debit di los dilakukan dengan wawancara mengenai jumlah kebutuhan air harian setiap pedagang, dengan asumsi seluruh air bersih yang digunakan menjadi limbah cair maka didapatkan data mengenai debit limbah cair yang dihasilkan setiap dari setiap kegiatan. Hasil pengukuran debit tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4. 2** Data pemakaian air bersih harian pasar induk lambaro tahun 2022

No	Jenis Kegiatan	Keterangan Kegiatan	Debit	Jlh Los	Hasil Perhitungan
1	Los Ayam	Pemotongan,Perebusan, Pencucian daging serta isi perut,pencucian kandang dan los	± 5 tong x 200 L	16	16.000L/hari
		Pencucian daging serta isi perut, pencucian tangan dan pencucian los	± 7 tong x 45 L	6	1.890 L/hari
2	Los Daging	pencucian tangan dan pencucian los	± 1 ember x 40 Liter	16	640 L/hari
3	Los Ikan	Pemotongan, pencucian daging dan isi perut ikan, pencucian tangan dan pencucian los	± 2 Tong x 120 Liter	46	11.040 L/hari
4	Los Buah dan sayur	Penyiraman sayur, pencucian tangan dan pencucian los	± 1 Ember x 6 Liter	87	522L/hari
5	Toilet Umum	Urin dan air penyiraman	± 1 Bak 116,5 Liter	8	932L/hari
6	Kantin	Air bekas cucian gelas, piring dan peralatan masak	± 2 Tong x 80 L	17	2.720 L/hari
<b>Jumlah</b>					<b>33.744 L/hari</b>

Sumber : Hasil Wawancara, 2022

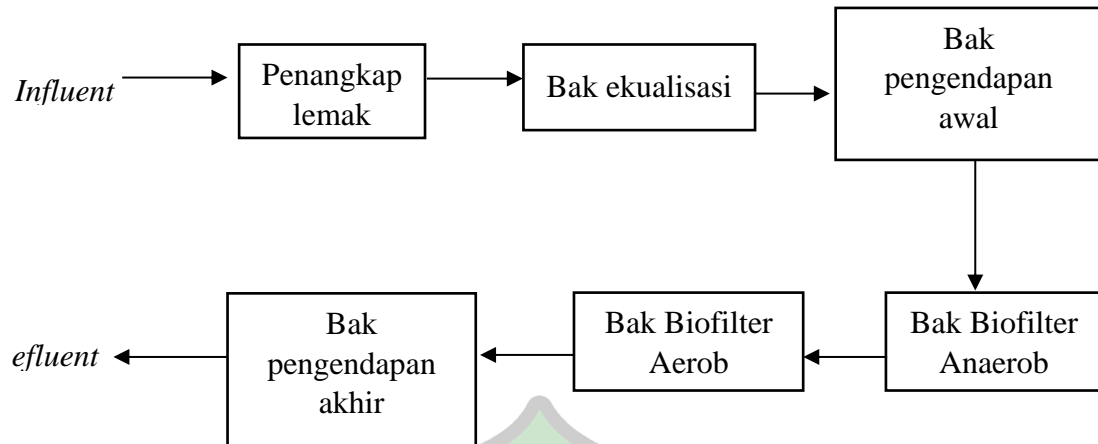
Berdasarkan data pada tabel 4.2 maka didapatkan rata-rata penggunaan air bersih dari pasar induk lambaro yaitu yaitu 33.744 L/hari atau 33,744 m<sup>3</sup>/hari. Dengan debit air limbah terbesar berasal dari los ayam yaitu sebesar 1,6 m<sup>3</sup>/hari dan air limbah

dengan debit terkecil berasal dari los Buah dan sayur yaitu  $0,522 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sebagai antisipasi apabila air limbah melonjak pada hari-hari besar tertentu seperti lebaran, maka debit air limbah ditambahkan kurang lebih 20% (debora, 2019).

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ave}} &= \text{Jumlah debit rata-rata} + 20\% \\
 &= 33,744 \text{ m}^3/\text{hari} + 20\% \\
 &= 41.000 \text{ L/hari} \\
 &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 1,7 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0,042 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 2520 \text{ L/menit}
 \end{aligned}$$

#### 4.4. Teknologi Pengolahan Air Limbah di Pasar Induk Lambaro

Berdasarkan latar belakang serta data kuantitas dan kualitas air limbah yang terdapat di pasar induk lambaro kecamatan inginjaya kabupaten Aceh Besar. Maka ditetapkan sistem pengolahan yang akan digunakan pada Instalasi Pengolahan air limbah pasar induk lambaro yaitu Sistem Biofilter Anaerob dan Aerob. Air limbah yang berasal dari pasar induk lambaro dialirkan menuju bak penangkap lemak, setelah dari bak penangkap air mengalir ke bak equalisasi sebagai tempat penampung awal dan mengontrol debit air limbah. Kemudian air limbah dipompa menuju bak pengendapan awal untuk mengendapkan kotoran padat di dasar bak. Selanjutnya air limbah menuju ke bak biofilter anaerobik yang telah dilengkapi media filter berupa media sarang tawon. Media sarang tawon yaitu sebagai tempat menempelnya mikroorganisme yang berfungsi menguraikan senyawa organik pada air limbah. Selanjutnya, air limbah dialirkan menuju ke bak biofilter aerob. Bak tersebut juga dilengkapi media filter berupa sarang tawon dan penambahan blower untuk menginjeksikan udara. Penambahan udara berfungsi untuk menguraikan bau yang tersisa. Proses terakhir yaitu bak pengendapan akhir, yaitu untuk mengendapkan kotoran yang masih tersisa di pengolahan sebelumnya dan dipompa kembali ke bak biofilter anaerob. Berikut merupakan skema pengolahan air limbah pasar induk lambaro dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Skema Instalasi pengolahan air limbah pasar induk lambaro

#### 4.5. Perhitungan Dimensi Unit Pengolahan

##### 4.5.1. Bak penangkap Lemak

Bak pemisah lemak berfungsi untuk menyisahkan minyak dan lemak pada air limbah agar tidak mengganggu sistem pengolahan selanjutnya. Berikut merupakan perhitungan dimensi bak pemisah lemak sebagai berikut :

Diketahui

- Debit perencanaan(Q) = 41 m<sup>3</sup>/hari
- Waktu tinggal (rt) = 0,5 – 2 jam
- Kedalaman = 1,0 m
- Lebar = 1,2 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= Q \times t_d \\
 &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60 \text{ menit} / 1440 \text{ menit/hari} \\
 &= 1,70 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= \text{Volume grease trap}(\text{m}^3) / \text{kedalaman (m)} \\
 &= 1,70 \text{ m}^3 / 2,0 \text{ m} \\
 &= 1,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$1,71 \text{ m}^2 = \text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,71 \text{ m}^2 / 1,2 \text{ m} \\
 &= 1,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimensi bak yang didapat :

$$\text{Panjang} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,2 \text{ m}$$

Kedalaman air = 1,0 m

Ruang bebas = 0,5 m

Perhitungan produksi minyak pada bak pemisah lemak (*grease trap*)

Diketahui :

Debit rata-rata = 41 m<sup>3</sup>/hari

Konsentrasi minyak = 0.072 mg/l

= 0.072 mg/l x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup>

Massa jenis minyak = 0,900 kg/l

Td = 60 menit

Perhitungan :

Massa minyak = konsentrasi minyak (kg/m<sup>3</sup>) x debit rata-rata (m<sup>3</sup>/hari)  
 = 0.072 mg/l x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup> x 41 m<sup>3</sup>/hari  
 = 2.952 kg/hari

Volume minyak = Massa minyak (kg/hari) / massa jenis minyak(kg/l)  
 = 2.952 kg/hari / 0,900 kg/l  
 = 0,00328 m<sup>3</sup>

Minyak dan lemak yang terperangkap selanjutnya akan dibuang secara berkala dengan cara manual selama 3 hari sekali dengan mempertimbangkan ditakutkannya scum yang terbentuk akan mengeras sehingga sulit dibuang.

#### 4.5.2. Bak equalisasi dan *screening*

Bak equalisasi digunakan untuk penampungan sementara air limbah pasar induk lambaro dan mengatur debit air menuju ke IPAL. Pada bak equalisasi dilengkapi dengan *bar screen* yang berfungsi untuk menyaring limbah padat seperti bulu ayam, sampah bekas pembersihan perut ikan yang mungkin ikut terbawa kedalam saluran pembuangan air limbah.

##### a. Influent

- Debit limbah yang digunakan adalah sebesar 41 m<sup>3</sup>/hari atau 1,7 (m<sup>3</sup>/jam)
- Laju pemompaan udara yaitu 0,01 – 0,015 m

Berdasarkan tabel 4.1 Untuk kualitas air limbah, kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:

BOD<sub>influent</sub> : 937 mg/L  
 COD<sub>influent</sub> : 1.168 mg/L  
 TSS<sub>influent</sub> : 446,7 mg/L

b. Perhitungan dimensi

- Waktu tinggal di dalam bak sebesar :

Waktu tinggal (rt) : 6 – 10 jam (Said dkk, 2011)

- Volume bak yang diperlukan :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 1,7 \text{ (m}^3/\text{jam)} \times 6 \text{ jam} \\ &= 10,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} V \text{ bak equalisasi} &= A \times h \\ 10,26 \text{ m}^3 &= A \times 3 \text{ m} \\ A &= 10,2 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} \\ &= 3,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio P:L} = 2:1$$

$$2L^2 = 3,4 \text{ m}^2$$

$$L^2 = \sqrt{1,7}$$

$$\text{Lebar} = 1,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2 \times \text{lebar} \\ &= 2,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka dimensi yang ditetapkan:

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\ &= 2,6 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 10,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tinggi jagaan atau ruang bebas yang direncanakan yaitu 0,5 m, sehingga total kedalaman bak yang diperlukan sebesar 3,5 m.

c. Laju pemompaan

$$\begin{aligned} \text{Laju pemompaan yang diperlukan} &= \text{laju pemompaan} \times \text{volume efektif} \\ &= 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{-menit} \times 10,14 \text{ m}^3 \\ &= 0,1014 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{-menit} \end{aligned}$$

d. Spesifikasi pompa :

Pompa yang dibutuhkan disesuaikan dengan besarnya debit air limbah yang akan dipompa setiap hari. Pompa digunakan untuk memompa air limbah dari bak equalisasi menuju bak pengendapan awal dengan debit air limbah 2.520 L/menit adalah sebagai berikut :

Tipe	: pompa celup/submersible pump
Kapasitas	: 3000 liter/jam
Head max	: 3,6 m
Power	: 26 watt
Kabel	: 1,7 m
Dimensi	: 159 x 99 x 104
Rekomendasi	: Sunsun JTP 3000



**Gambar 4. 6** Pompa Sunsun JTP 3000  
Sumber : Biggo.id

e. Effluent

Pada unit bak equalisasi tidak ada terjadinya penyisihan BOD,COD dan TSS yang signifikan , sehingga konsentrasi *Effluent*\_Bak equalisasi dianggap sama dengan konsentrasi *influentnya*.

f. *Screening*

*screening* yang akan digunakan tipe *coarse screen* (saringan kasar) yang beroperasi secara manual menggunakan besi tahan karat dengan diameter 10 mm. Berikut tabel 4.3 merupakan kriteria desain bar screen :



**Tabel 4. 3** Kriteria Desain Bar Screen

Kriteria Desain	Kemampuan Penyisihan (%)
Kecepatan aliran maksimum	0,3 – 0,6 m/det
Kecepatan aliran melalui bar	0,3 – 0,9 m/det
Ukuran Bar (batang)	
- Lebar (mm)	4 – 8
- Tebal (mm)	25 – 50
Jarak antar Bar (batang) (b)	0,025 – 0,075 m
Lebar penampang batang(w)	0,005 – 0,0015 m
Head Loss maksimum	0,1524 m
Sudut kemiringan horizontal	45° – 60°

Sumber :Said,2017

Perhitungan :

Banyaknya celah :

$$N = \frac{\text{lebar saluran}}{\text{jarak antar batang} + \text{lebar batang}}$$

$$= \frac{0,5 \text{ m}}{(0,025 + 0,01) \text{ m}}$$

$$= 1 \text{ celah}$$

Jumlah batang

$$= N_c - 1$$

$$= 15 - 1$$

$$= 14 \text{ batang}$$

Kehilangan tekanan (*head loss*)

$$h_L = \beta \left(\frac{W}{B}\right)^{4/3} h_v \sin \alpha$$

$$h_L = \left(\frac{V^2}{2g}\right)^{4/3}$$

Keterangan

$h_L$  = Head loss(m)

$\beta$  = faktor bentuk kisi = 1,79

$W$  = diameter kisi menghadap aliran (m)

$b$  = jarak antar kisi(m)

- $\alpha$  = sudut perletakan kisi terhadap horizontal ( $^{\circ}$ )  
 $V$  = Kecepatan aliran (m/s) = 1 m/s  
 $g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>) = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

sehingga

$$\begin{aligned}
 h_L &= 1,79 \left( \frac{0,01}{0,025} \right)^{4/3} \times \left( \frac{0,3}{2 \times 9,81} \right) h_v \sin 60^{\circ} \\
 &= 0,000069
 \end{aligned}$$

#### 4.5.3. Bak Pengendapan Awal

##### a. Influent

Debit yang masuk bak pengendapan awal sebesar :

Debit limbah (Q) : 41 m<sup>3</sup>/hari.

Kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:

BOD<sub>influent</sub> : 937 mg/L

COD<sub>influent</sub> : 1.168 mg/L

TSS<sub>influent</sub> : 446,7 mg/L

##### b. Perhitungan dimensi

- Waktu tinggal dalam reaktor

Waktu tinggal (td) : 5 jam (Said dkk, 2011).

- Volume bak yang diperlukan di dalam reaktor

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \frac{5 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 41 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 8,54 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 V \text{ pengendap awal} &= A \times h \\
 8,54 \text{ m}^3 &= A \times 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 8,54 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} \\
 &= 2,84 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio P:L} = 2:1$$

$$2L^2 = 2,84 \text{ m}^2$$

$$L^2 = \sqrt{1,42}$$

$$\text{Lebar} = 1,19 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2,38 \text{ m}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\ &= 2,38\text{m} \times 1,19 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 8,49 \text{ m}^3 \text{ (Volume yang diperlukan) .} \end{aligned}$$

Pada bagian dasar bak juga dilengkapi dengan slope 0,02 untuk pengumpulan lumpur. Tinggi jagaan atau ruang bebas yang direncanakan yaitu 0,5 m, sehingga total kedalaman bak yang diperlukan sebesar 3,5 m.

- Cek waktu tinggal

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T)

$$\begin{aligned} t_d &= \frac{8,54 \text{ m}^3}{41 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 4,9 \text{ jam} = 5 \text{ jam.} \end{aligned}$$

- Beban permukaan (*surface loading*)

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{41 \text{ m}^3/\text{hari}}{2,84 \text{ m}^2} \\ &= 14,4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{Hari} \end{aligned}$$

### c. Effluent

Pada unit bak pengendapan awal tidak terjadi penyisihan BOD dan COD yang signifikan, sehingga konsentrasi *Effluent* dianggap sama dengan konsentrasi *influentnya*. Sedangkan TSS terjadi penyisihan dengan efisiensi sebesar 80% (Hidayati, 2017). Maka kadar senyawa *Effluent* air limbah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TSS effluent} &= 20\% \times \text{TSS influent} \\ &= 20\% \times 446,7 \text{ mg/L} \\ &= 89,34 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Maka kadar senyawa yang tersisihkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TSS tersisihkan} &= \text{TSS influent} - \text{TSS effluent} \\ &= 446,7 \text{ mg/L} - 89,34 \text{ mg/L} \\ &= 357,36 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

#### 4.5.4. Bak Biofilter Anaerob

##### a. Influent

- Debit yang masuk bak pengendapan awal sebesar :  
Debit limbah (Q) : 41 m<sup>3</sup>/hari
- Kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:  
BOD<sub>influent</sub> : 937 mg/L  
COD<sub>influent</sub> : 1.168 mg/L  
TSS<sub>influent</sub> : 89,34 mg/L

##### b. Perhitungan dimensi

- Beban BOD dan COD dalam air limbah (kg/hari)

$$\begin{aligned} \text{Total beban BOD} &= \text{Debit limbah} \times \text{BOD masuk} \\ &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \times 937 \text{ mg/L} \\ &= 38417 \text{ g/hari} \\ &= 38,417 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban COD} &= \text{Debit limbah} \times \text{COD masuk} \\ &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1.168 \text{ mg/L} \\ &= 47888 \text{ g/hari} \\ &= 47,888 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Standar beban BOD dapat dilihat pada tabel 2.7 untuk *high rate* dengan *packing* material berupa plastik adalah 0,6 – 3,2 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari (Metcalf & Eddy, 2003:893). Ditetapkan beban BOD yang digunakan yaitu 3 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari.

$$\begin{aligned} \text{- Volume media biofilter} &= \frac{\text{Total beban BOD}}{\text{BOD standar}} \\ &= \frac{38.417 \text{ kg/hari}}{3,0 \text{ kg/m}^3} \\ &= 12,80 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume media biofilter yaitu sebesar 60% dari total volume sehingga :

$$\begin{aligned} \text{V reaktor diperlukan} &= \frac{100}{60} \times 12,80 \text{ m}^3 \\ &= 21,33 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan terdapat dua ruang sehingga :

$$\begin{aligned} V \text{ reaktor setiap ruang} &= 21,33 : 2 \\ &= 10,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Waktu tinggal dalam reaktor ditetapkan pada tabel 2.7. untuk beban COD 12 – 30 kg/m<sup>3</sup>.hari dan temperatur rata-rata yaitu 36°C. Waktu tinggalnya adalah 3-8 jam (Metcalf & Eddy, 2003:1022). Maka cek waktu tinggal (td) yang diperlukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} td &= \frac{V.\text{reaktor}}{\text{Debit air limbah}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= \frac{10,6 \text{ m}^3}{41 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 6,20 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} V \text{ Bak anaerob} &= A \times h \\ 21,33 \text{ m}^3 &= A \times 3 \text{ m} \\ A &= 21,33 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} \\ &= 7,11 \text{ m}^2 \\ \text{Rasio P:L} &= 2:1 \\ 2L^2 &= 7,11 \text{ m}^2 \\ L^2 &= \sqrt{3,55} \\ \text{Lebar} &= 1,88 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 2 \times \text{lebar} \end{aligned}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\ &= 3,76 \text{ m} \times 1,88 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 21,20 \text{ m}^3 \text{ (Volume yang diperlukan)}. \end{aligned}$$

Tinggi jagaan atau ruang bebas yang direncanakan yaitu 0,5 m, sehingga total kedalaman bak yang diperlukan sebesar 3,5 m.

- Cek waktu tinggal

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T)

$$\begin{aligned} t_d &= \frac{21,20 \text{ m}^3}{1,7 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 12,47 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tinggi ruang lumpur yaitu 0,5 m, tinggi bed media pembiakan mikroba 1,2 m dan tinggi air diatas bed media yaitu 40 cm. Maka volume total media biofilter anaerob yaitu :

- volume total media biofilter anaerob =  $1,2 \text{ m} \times 1,88 \text{ m} \times 3,76 \text{ m} = 8,48 \text{ m}^3$
- BOD loading per volume media =  $\frac{38.417 \text{ kg BOD/hari}}{8,48 \text{ m}^3} = 0,46 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{h}$
- Perencanaan media biofilter

Volume media biofilter adalah 60% untuk bak pertama dan 40% untuk bak selanjutnya sehingga volume media yang digunakan adalah sebesar :

Ruang pertama:

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= 40\% \times \text{Vol bak anaerob (m}^3\text{)} \\ &= 40\% \times 12,80 \text{ m}^3 \\ n &= 5,12 / 0,36 = 14,22 \sim 15 \text{ buah} \end{aligned}$$

Ruang kedua:

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= 60\% \times \text{Vol bak anaerob (m}^3\text{)} \\ &= 60\% \times 12,80 \text{ m}^3 \\ n &= 7,68 / 0,36 = 21,33 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dimensi Ruang biofilter :

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan Vol} &= \text{ruang 1} : \text{ruang 2} \\ &= 40\% : 60\% \\ &= 2 : 3 \end{aligned}$$

Ruang 1:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2/5 \times p \\ &= 2/5 \times 3,76 \text{ m} \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Ruang 2:

$$\text{Panjang} = 3/5 \times p$$

$$= 3/5 \times 3,76 \text{ m}$$

$$= 2,25 \text{ m}$$

Lebar = 0,94 m

Kedalaman = 3 m

Tinggi jagaan = 0,5 m

c. Perhitungan kadar bahan organik

Media filter yang akan digunakan pada perencanaan ini yaitu berupa material plastik atau media sarang tawon (*honeycomb*). Efisiensi penyisihan untuk BOD dapat dilihat pada tabel 2.7 yaitu berkisar 60 – 90% (Metcalf & Eddy, 2003:1022). Maka efisiensi penyisihan BOD, COD dan TSS yang ditetapkan berturut – turut sebesar 85%, 85%, dan 70%. Maka kadar senyawa *Effluent* air limbah sebagai berikut :

- BOD *effluent* = 15 % x BOD *influent*  
= 15% x 937 mg/L  
= 140,55 mg/L
- COD *effluent* = 15 % x COD *influent*  
= 15% x 1168 mg/L  
= 175,2 mg/L
- TSS *effluent* = 30% x TSS *influent*  
= 20% x 89,34 mg/L  
= 17,86 mg/L

Maka kadar senyawa yang tersisihkan dapat dihitung sebagai berikut :

- BOD tersisihkan = BOD *influent* – BOD *effluent*  
= 937 mg/L - 140,55 mg/L  
= 796,45 mg/L
- COD tersisihkan = COD *influent* – COD *effluent*  
= 1168 mg/L - 175,2 mg/L  
= 992,8 mg/L
- TSS tersisihkan = TSS *influent* - TSS *effluent*  
= 89,34 mg/L - 17,86 mg/L  
= 71,48 mg/L

#### 4.5.5. Bak Biofilter Aerob

Bak Aerob dilengkapi dengan media biofilter yang sama dengan kolam anaerob dan dilengkapi dengan blower udara yang berfungsi sebagai aerator.

##### a. Influent

- Debit yang masuk bak pengendapan awal sebesar :

$$\text{Debit limbah (Q)} : 41 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:

$$\text{BOD}_{\text{influent}} : 140,55 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD}_{\text{influent}} : 175,2 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSS}_{\text{influent}} : 17,86 \text{ mg/L}$$

##### b. Perhitungan dimensi

- Beban BOD dan COD dalam air limbah (kg/hari)

$$\begin{aligned} \text{Total beban BOD} &= \text{Debit limbah} \times \text{BOD masuk} \\ &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \times 140,55 \text{ mg/L} \\ &= 5762,55 \text{ g/hari} \\ &= 5,76 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban COD} &= \text{Debit limbah} \times \text{COD masuk} \\ &= 41 \text{ m}^3/\text{hari} \times 175,2 \text{ mg/L} \\ &= 7183,2 \text{ g/hari} \\ &= 7,18 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Volume media berdasarkan pada besar beban BOD. Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media yaitu 0,6 – 3,2 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari (Kementerian Kesehatan, 2011 ) ditetapkan beban BOD yang akan digunakan sebesar 1,5 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari.

$$\begin{aligned} \text{- Volume media biofilter} &= \frac{\text{Total beban BOD}}{\text{BOD standar}} \\ &= \frac{5,76 \text{ kg/hari}}{1,5 \text{ kg/m}^3} \\ &= 3,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume media biofilter Aerob yaitu sebesar 40% dari total volume reaktor (Kementerian Kesehatan, 2011 ) sehingga :



$$\begin{aligned}
 V \text{ reaktor diperlukan} &= \frac{100}{40} \times V \text{ media biofilter} \\
 &= \frac{100}{40} \times 3,84 \text{ m}^3 \\
 &= 9,6 \text{ m}^3 \sim 10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Direncanakan terdapat dua ruang sehingga :

$$\begin{aligned}
 V \text{ reaktor setiap ruang} &= 10 / 2 \\
 &= 5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Waktu tinggal dalam reaktor yang ditetapkan adalah 6 – 8 jam (Kementerian Kesehatan, 2011 ). Untuk mengecek waktu tinggal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 t_d &= \frac{V.\text{reaktor}}{\text{Debit air limbah}} \times 24 \text{ jam/hari} \\
 &= \frac{5 \text{ m}^3}{41 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam/hari} \\
 &= 3 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan bak aerob :

$$\begin{aligned}
 V \text{ Bak aerob} &= A \times h \\
 10 \text{ m}^3 &= A \times 3 \\
 A &= 10 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} \\
 &= 3,3 \text{ m}^2 \\
 \text{Rasio P:L} &= 2:1 \\
 2L^2 &= 3,3 \text{ m}^2 \\
 L^2 &= \sqrt{1,6} \\
 \text{Lebar} &= 1,26 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 2 \times \text{lebar} \\
 &= 2,52 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

$$\begin{aligned}
 V \text{ ruang aerasi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\
 &= 2,52 \text{ m} \times 1,26 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 9,52 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan untuk ruang media :

$$\text{Lebar} = 1,26$$

$$\text{Kedalaman} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = \frac{\text{volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} = \frac{10-9,52}{1,26 \times 3} = \frac{0,48}{3,78} = 0,12$$

$$V \text{ ruang media} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman}$$

$$= 0,12 \text{ m} \times 1,26 \text{ m} \times 3 \text{ m}$$

$$= 0,45 \text{ m}^3$$

$$\text{Maka total volume efektif} = 1,26 \text{ m} \times 2,64 \times 3 \text{ m}$$

$$= 10 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{- Waktu tinggal rata-rata} &= \frac{10 \text{ m}^3}{41 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tinggi ruang lumpur yaitu 0,5 m dan tinggi bed media biofilter 1,2 m. Maka volume total media biofilter aerob yaitu :

$$\text{- Volume total media biofilter aerob} = 1,26 \text{ m} \times 2,52 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 3,81 \text{ m}^3$$

$$\text{- BOD loading per volume media} = \frac{5,76 \text{ kg BOD/hari}}{0,1844 \text{ m}^3} = 0,312 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{h}$$

### c. Effluent

Efisiensi penyisihan untuk BOD, COD dan TSS berturut-turut sebesar 90%, 90% dan 70% (Hidayati 2017). Maka kadar senyawa *Effluent* air limbah sebagai berikut :

$$\text{- BOD}_{\text{effluent}} = 10 \% \times \text{BOD}_{\text{influent}}$$

$$= 10\% \times 140,55 \text{ mg/L}$$

$$= 14,055 \text{ mg/L}$$

$$\text{- COD}_{\text{effluent}} = 10 \% \times \text{COD}_{\text{influent}}$$

$$= 10\% \times 175,2 \text{ mg/L}$$

$$= 17,52 \text{ mg/L}$$

$$\text{- TSS}_{\text{effluent}} = 30\% \times \text{TSS}_{\text{influent}}$$

$$= 30\% \times 17,86 \text{ mg/L}$$

$$= 5,358 \text{ mg/L.}$$

Maka kadar senyawa yang tersisihkan dapat dihitung sebagai berikut :

- BOD tersisihkan =  $BOD_{influent} - BOD_{effluent}$   
= 140,55 mg/L - 17,52 mg/L  
= 123,03 mg/L
- COD tersisihkan =  $COD_{influent} - COD_{effluent}$   
= 175,2 mg/L - 17,52 mg/L  
= 157,68 mg/L
- TSS tersisihkan =  $TSS_{influent} - TSS_{effluent}$   
= 17,86 mg/L - 5,35 mg/L  
= 12,51 mg/L

d. Blower Udara

Dalam menentukan blower udara, didasarkan dari kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menghilangkan beban BOD.

- Kebutuhan oksigen ditetapkan efisiensi biofilter aerob yaitu sebesar 90% (Hidayati,2017) dengan beban BOD yang telah dihitung pada sub bab 4.5.5.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan teoritis} &= 90\% \times \text{Beban BOD} \\ &= 90\% \times 5,76 \text{ kg/hari} \\ &= 5,18 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Faktor keamanan (FS) dapat ditentukan pada tabel 2.8 untuk *packing* berupa *plastic crossflow*, maka digunakan faktor keamanan (FS) sebesar 1,6 (Metcalf & Eddy, 2003:905). Kebutuhan oksigen dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan oksigen} &= \text{FS} \times \text{Kebutuhan Teoritis} \\ &= 1,6 \times 5,18 \text{ kg/hari} \\ &= 8,28 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Kebutuhan udara teoritis yaitu untuk menentukan kapasitas blower. Pada tabel 2.10 Dapat ditentukan persentase oksigen dalam udara (Metcalf & Eddy, 2003:1737).

$$\text{Persentase oksigen dalam udara} = 23,18\%$$

$$\text{Suhu udara rata-rata bak aerob} = 30^{\circ}\text{C}$$

- Massa jenis udara pada suhu 30°C dapat dihitung dengan rumus 2.15 (Metcalf & Eddy, 2003:1738) :

Dik :

P = Tekanan atmosfer 1,01325.10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>

M = Mol udara 28.97 kg/kg-mol.K

R = Konstanta gas universal 8314 N.m/kg-mol.K

T = Temperature , (K kelvin 273,15+30°C)K

$$p_a = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

$$p = \frac{(1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2) \times (28,97 \text{ kg/kg} - \text{mol})}{(8314 \text{ N} \cdot \text{m/kg} - \text{mol} \cdot \text{K}) \times (273,15 + 30) \text{ K}}$$

$$= 1,165 \text{ kg/m}^3$$

- Selanjutnya dihitung jumlah kebutuhan udara yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan udara} &= \frac{\text{Kebutuhan oksigen}}{\text{massa jenis udara} \times \text{persentase oksigen dalam udara}} \\ &= \frac{8,28 \text{ kg/hari}}{1,165 \text{ kg/m}^3 \times 23,18\%} \\ &= 30,66 \text{ m}^3/\text{hari}. \end{aligned}$$

- Kebutuhan udara aktual

Efisiensi *blower* udara dapat ditentukan pada tabel 2.11 efisiensi blower udara antara 9 – 12% untuk tipe rigid porous tubes, single spiral roll (Metcalf & Eddy, 2003:437) efisiensi blower yang digunakan, ditetapkan sebesar 10% sehingga kebutuhan udara aktual dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan udara aktual} &= \frac{\text{jumlah Kebutuhan teoritis}}{\text{efisiensi blower}(\%)} \\ &= \frac{30,66 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,1} \\ &= 306,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,213 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 213 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

Diperoleh kebutuhan udara sebesar 213 liter/menit spesifikasi blower udara yang dibutuhkan adalah :

Kapasitas : 200 – 250 liter/ menit  
 Head : 2 m  
 Jumlah : 2 unit (pemakaian secara bergantian)  
 Rekomendasi : Blower GF - 180  
 Output : 300 liter/menit  
 Daya : 180 watt x 2 = 360 watt

Untuk spesifikasi diffuser udara yang digunakan adalah :

Tipe : *fine bubble tube diffuser*  
 Diameter : 10 inch  
 Flow Rate : 60 L/menit



**Gambar 4. 7** fine bubble tube difuser

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah diffuser yang diperlukan} &= \frac{\text{jumlah blower udara}}{\text{Flow Rate diffuser}} \\
 &= \frac{250 \text{ L/menit}}{60 \text{ L/menit}} = 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

#### 4.5.6. Bak pengendapan akhir

##### a. Influent

- Debit yang masuk bak pengendapan awal sebesar :  
Debit limbah (Q) : 41 m<sup>3</sup>/hari atau 1,7 m<sup>3</sup>/jam
- Kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:
 

BOD <sub>influent</sub>	: 14,055 mg/L
COD <sub>influent</sub>	: 17,52 mg/L
TSS <sub>influent</sub>	: 5,358 mg/L

b. Perhitungan dimensi

- Waktu tinggal dalam reaktor umumnya berkisar 2 – 5 jam (Kementrian kesehatan 2011), maka direncanakan sebesar:

$$T_d = 2 \text{ jam}$$

- Volume yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 1,7 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ jam} \\ &= 3,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Dimensi yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} V \text{ Bak aerob} &= A \times h \\ 3,4 \text{ m}^3 &= A \times 3 \\ A &= 3,4 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} \\ &= 1,13 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio P:L} = 2:1$$

$$2L^2 = 1,13 \text{ m}^2$$

$$L^2 = \sqrt{0,565}$$

$$\text{Lebar} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2 \times \text{lebar}$$

$$= 1,50 \text{ m}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\ &= 1,50 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tinggi jagaan atau ruang bebas yang direncanakan yaitu 0,5 m, sehingga total kedalaman bak yang diperlukan sebesar 3,5 m

- Cek waktu tinggal (td) rata-rata

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{\text{Volume total}}{Q} \\ &= \frac{3,375 \text{ m}^3}{1,7 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Beban permukaan rata-rata

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{1,7 \text{ m}^3/\text{jam}}{1,50 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}} \\ &= 1,51 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

- c. Spesifikasi Pompa :

Dibutuhkan spesifikasi pompa sebagai berikut :

Tipe	= Pompa celup
Kapasitas	= 200 – 250 liter/ menit
Head	= 2 m
Jumlah	= 2 unit (pemakaian secara bergantian)
Rekomendasi	= Blower GF - 180
Output	= 300 liter/menit
Daya	= 180 watt

- d. Effluent

Efisiensi penyisihan untuk BOD, COD dan TSS berturut-turut sebesar 10% , 10% dan 90% (Hidayati 2017). Maka kadar senyawa *Effluent* air limbah sebagai berikut :

- $BOD_{effluent} = 90 \% \times BOD_{influent}$   
 $= 90 \% \times 14,05 \text{ mg/L}$   
 $= 12,64 \text{ mg/L}$
- $COD_{effluent} = 90 \% \times COD_{influent}$   
 $= 90 \% \times 17,52 \text{ mg/L}$   
 $= 15,76 \text{ mg/L}$
- $TSS_{effluent} = 10\% \times TSS_{influent}$   
 $= 10\% \times 5,358 \text{ mg/L}$   
 $= 0,5358 \text{ mg/L}$

Maka kadar senyawa yang tersisihkan dapat dihitung sebagai berikut :

- $BOD_{tersisihkan} = BOD_{influent} - BOD_{effluent}$   
 $= 14,05 \text{ mg/L} - 12,64 \text{ mg/L}$   
 $= 1,41 \text{ mg/L}$

- COD tersisihkan =  $COD_{influent} - COD_{effluent}$   
= 17,52 mg/L – 15,76 mg/L  
= 1,76 mg/L
- TSS tersisihkan =  $TSS_{influent} - TSS_{effluent}$   
= 5,358 mg/L - 0,5358 mg/L  
= 4,82 mg/L

Pada setiap bak pengolahan terdapat efisiensi yang diperkirakan akan menurunkan kandungan organik yang ada pada air limbah pasar induk lambaro. Perkiraan kualitas *effluent* dapat dilihat pada tabel 4.4 .

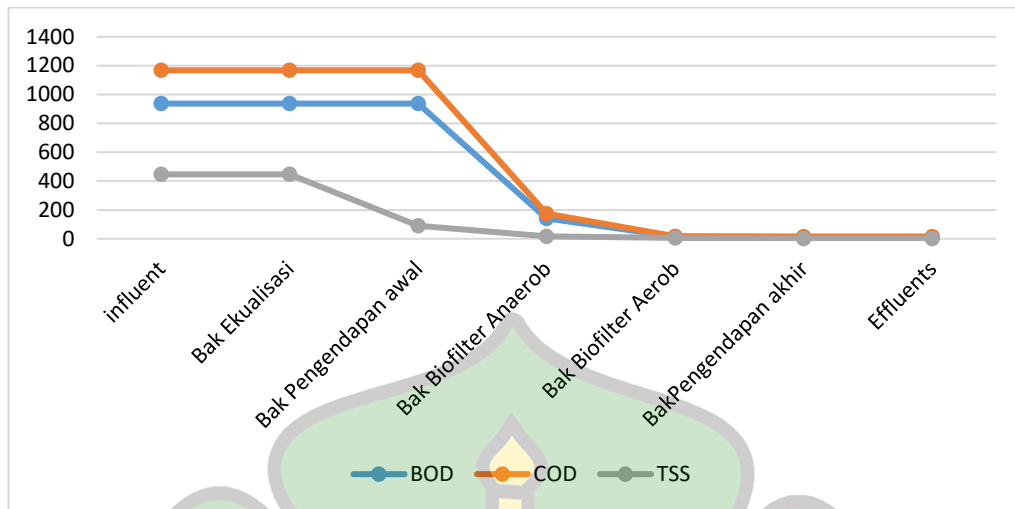
**Tabel 4. 4** Perkiraan Kualitas Effluents

No	Unit IPAL	Parameter		
		BOD	COD	TSS
	<i>influent</i>	937 mg/L	1.168 mg/L	446,7 mg/L
1	Bak Ekualisasi	0%	0%	0%
		937 mg/L	1.168 mg/L	446,7 mg/L
2	Pengendapan awal	0%	0%	80%
		937 mg/L	1.168 mg/L	89,34 mg/L
3	Biofilter Anaerob	85%	85%	70%
		140,55 mg/L	175,2 mg/L	17,86 mg/L
4	Biofilter Aerob	90%	90%	70%
		14,055 mg/L	17,52 mg/L	5,358 mg/L
5	Pengendapan akhir	10%	10%	90%
		12,64 mg/L	15,76 mg/L	0,5358 mg/L
	<i>Effluents</i>	12,64 mg/L	15,76 mg/L	0,5358 mg/L

Sumber : hasil perhitungan

Perkiraan kualitas *Effluents* dengan parameter COD ,BOD dan TSS pada masing-masing instalasi, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.8.





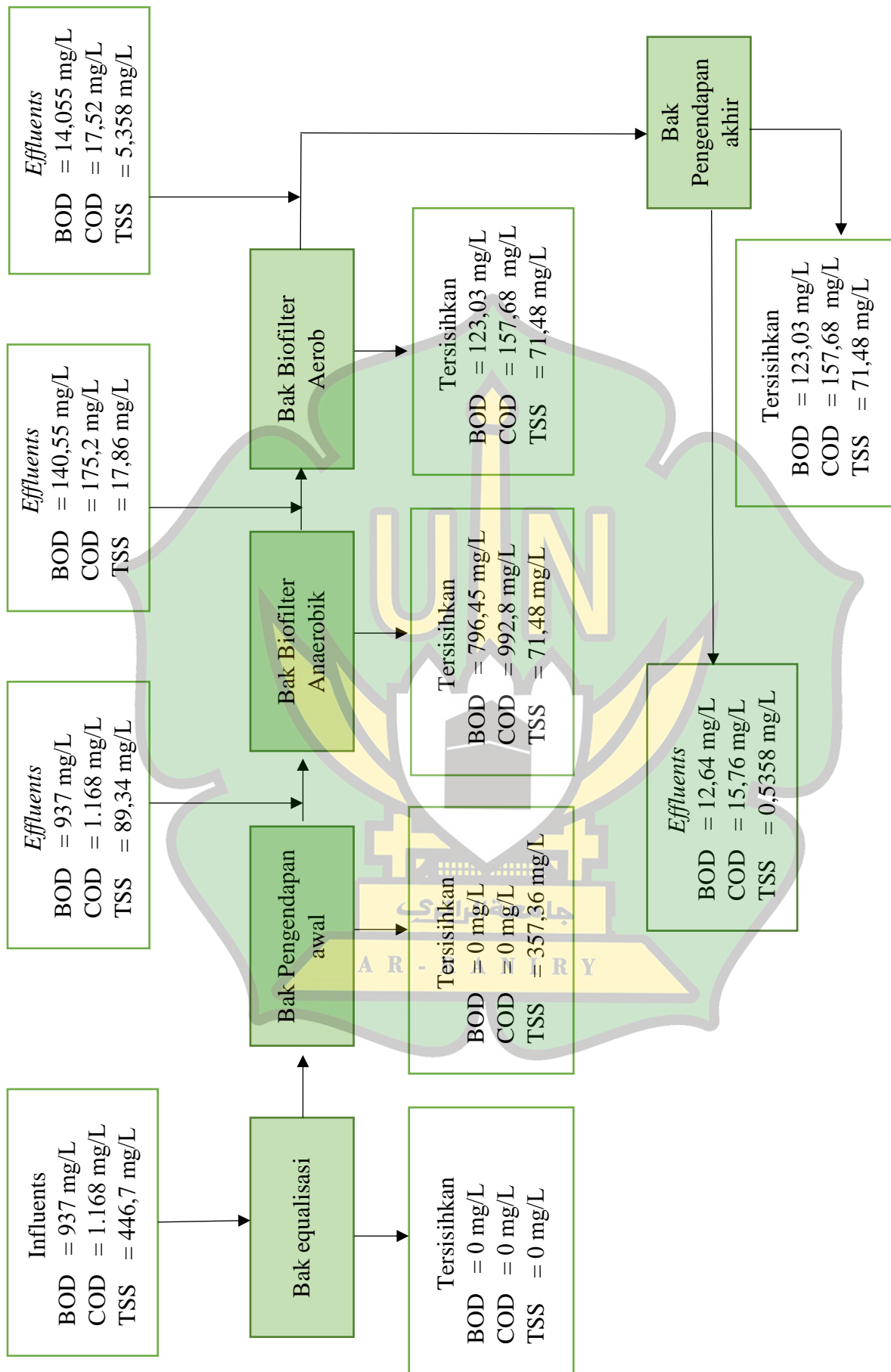
**Gambar 4. 8** Grafik Kualitas Efluen

Dari perkiraan kualitas *effluent* yang dihasilkan dari proses pengolahan IPAL, kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah yang telah ditetapkan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Perbandingan effluent dengan Baku Mutu Air Limbah

No.	Parameter	Hasil Uji Pendahuluan	Baku Mutu	<i>Effluent</i>	Ket.
1	Total Suspended Solids (TSS)	446,7	30	0,5358 mg/L	<b>memenuhi baku mutu</b>
2	Chemical oxygen demand (COD)	1.168	100	15,76 mg/L	<b>memenuhi baku mutu</b>
3	Biochemical oxygen demand (BOD)	937	30	12,64 mg/L	<b>memenuhi baku mutu</b>

Sumber : Hasil perhitungan ,2022



Gambar 4. 9 Mass Balance pengolahan air limbah pasar induk lambaro

Gambar 4.9 merupakan Perhitungan kesetimbangan massa atau *Mass Balance* yang dibutuhkan untuk melihat aliran bahan masuk dan keluar dalam suatu proses, yang dimana berisi kuantitas komponen-komponen serta proses masuk keseluruhan. Pengolahan Instalasi pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerob dan aerob yang direncanakan, mampu mengolah air limbah dengan total penyisihan BOD.

#### 4.6. Rekapitulasi Perencanaan IPAL Pasar Induk Lambaro

Agar memudahkan dalam menganalisis hasil rancangan dari perhitungan desain yang didapat, maka jumlah waktu detensi air limbah dan dimensi dari masing-masing IPAL di Pasar Induk Lambaro dapat dilihat pada tabel 4.6 dan tabel 4.7 sebagai berikut.

**Tabel 4. 6** Rekapitulasi Waktu Tinggal Unit  
IPAL Biofilter Anaerob-Aerob

No	Unit IPAL	Waktu Tinggal	Satuan
1	Bak Ekualisasi	6	jam
2	Bak pengendap awal	5	jam
3	Bak Anaerob Biofilter	6,20	jam
4	Bak Aerob Biofilter	3	jam
5	Bak Pengendap akhir	2	jam
Total		22,2	jam

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

**Tabel 4. 7** Rekapitulasi Dimensi IPAL

No	Unit IPAL	Panjang	Lebar	Tinggi	Total
1	Bak Penangkap lemak	1,4 m	1,2 m	1,5 m	2,52
1	Bak Ekualisasi	2,6 m	1,3 m	3,5 m	11,83
2	Bak pengendap awal	2,38 m	1,19 m	3,5 m	10 m

No	Unit IPAL	Panjang	Lebar	Tinggi	Total
3	Bak Anaerob Biofilter	3,76 m	1,88 m	3,5 m	24,74 m
4	Bak Aerob Biofilter	2,52 m	1,26 m	3,5 m	11,11m
5	Bak Pengendap akhir	1,50 m	0,75 m	3,5 m	4 m
Luas total lahan perencanaan					64,2 m <sup>2</sup>

Sumber : Hasil perhitungan, 2022.

- Media biofilter pembiakan mikroba

Media biofilter yang digunakan pada pengolahan air limbah pasar induk lambaro adalah media dari bahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar serta mempunyai volume rongga yang besar sehingga resiko kebuntuan media sangat kecil.(Said, 2017).

Spesifikasi media biofilter :

- Material : PVC sheet
- Ketebalan : 0,15 – 0,23 mm
- Diameter lubang : 2 cm x 2 cm
- Warna : Bening / Transparan
- Berat Spesifik : 30 – 35 kg / m<sup>3</sup>
- Porositas Rongga : 0,98
- Luas kontak spesifik : 150 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>
- Luas total media yang dibutuhkan : 40 m<sup>3</sup>



**Gambar 4. 10** Media biofilter sarang tawon

#### 4.7. *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

*Bill of Quantity* (BOQ) adalah perincian volume seluruh pekerjaan yang akan dilakukan selama proses konstruksi. Tujuan Penyusunan BOQ untuk memudahkan rincian RAB yang meliputi biaya material, peralatan, dan tenaga kerja. Sedangkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan rekapitulasi biaya konstruksi yang dilakukan berdasarkan BOQ yang telah disusun. Penyusunan RAB dilakukan dengan mengalikan besaran volume pekerjaan pada BOQ dengan standar satuan harga berdasarkan Peraturan Gubernur Aceh Nomor 65 Tahun 2020 tentang Penetapan Standar Satuan Harga (SSH) Pemerintah Aceh Tahun 2020.

##### 4.7.1. *Bill of Quantity* (BOQ)

Perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) pada perencanaan ini meliputi pembersihan lahan, penggalian tanah untuk konstruksi, bekisting lantai dan dinding, pekerjaan pembesian sloof dengan besi beton (polos), pekerjaan beton K 255, pengurugan pasir dengan pemadatan. Perhitungan BOQ perencanaan IPAL di Pasar Induk Lambaro dapat dilihat pada Lampiran I. Tabel 4.8 merupakan hasil Rekapitulasi Perhitungan BOQ yang terdapat di lampiran 1.

**Tabel 4. 8** Rekapitulasi Perhitungan BOQ

No	Uraian Pekerjaan	Unit IPAL	Kuantitas	Satuan
1	Pembersihan Lahan	Bak Pemisah Lemak	2	m <sup>2</sup>
		Bak Ekualisasi	3,38	m <sup>2</sup>
		Bak pengendap awal	2,8322	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter anaerob	7,0688	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter aerob	3,1752	m <sup>2</sup>
		Bak Pengendap Akhir	1,125	m <sup>2</sup>
2	Penggalian Tanah	Bak Pemisah Lemak	4,752	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	18,615	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	16,13373	m <sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Unit IPAL	Kuantitas	Satuan
		Bak biofilter anaerob	34,61952	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	17,69228	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	7,97525	m <sup>3</sup>
3	Pengurangan Pasir Dengan Pemadatan	Bak Pemisah Lemak	0,288	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	0,51	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	0,44202	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	0,94848	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	0,48472	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	0,2185	m <sup>3</sup>
4	Lantai Kerja	Bak Pemisah Lemak	1,44	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	2,55	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	2,2101	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	4,7424	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	2,4236	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	1,0925	m <sup>3</sup>
5	Bekisting Lantai	Bak Pemisah Lemak	3,36	m <sup>2</sup>
		Bak Ekualisasi	6,76	m <sup>2</sup>
		Bak pengendap awal	5,6644	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter anaerob	14,1376	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter aerob	6,3504	m <sup>2</sup>
		Bak Pengendap Akhir	2,25	m <sup>2</sup>
	Bekisting Dinding	Bak Pemisah Lemak	12	m <sup>2</sup>
		Bak Ekualisasi	45,5	m <sup>2</sup>
		Bak pengendap	41,65	m <sup>2</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Unit IPAL	Kuantitas	Satuan
		awal		
		Bak biofilter anaerob	65,8	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter aerob	44,1	m <sup>2</sup>
		Bak Pengendap Akhir	26,25	m <sup>2</sup>
6	Beton K-225 ( Lantai )	Bak Pemisah Lemak	1	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	5	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	4	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	7	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	4	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	3	m <sup>3</sup>
7	Beton K-225 ( Dinding )	Bak Pemisah Lemak	1,2	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	4,55	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	4,165	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	6,58	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	4,41	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	2,625	m <sup>3</sup>
8	Sloof ( Bekisting)	Bak Pemisah Lemak	2,4	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	3,9	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	3,57	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	5,64	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	3,78	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	2,25	m <sup>3</sup>
9	Beton Sloof Ø 150 mm	Bak Pemisah Lemak	0,52	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	0,11	m <sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Unit IPAL	Kuantitas	Satuan
		Bak pengendap awal	0,88	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	0,22	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	0,10	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	0,40	m <sup>3</sup>
	Pembesian Sloof		336	kg
10	Beton Pengisi strous	Bak Pemisah Lemak	15,8256	m <sup>3</sup>
		Bak Ekualisasi	31,8396	m <sup>3</sup>
		Bak pengendap awal	26,67932	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter anaerob	66,5881	m <sup>3</sup>
		Bak biofilter aerob	29,91038	m <sup>3</sup>
		Bak Pengendap Akhir	10,5975	m <sup>3</sup>
	Pembesian Sloof		27.216	kg
11	Plesteran	Bak Pemisah Lemak	6,28	m <sup>2</sup>
		Bak Ekualisasi	13,13	m <sup>2</sup>
		Bak pengendap awal	11,7572	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter anaerob	21,1688	m <sup>2</sup>
		Bak biofilter aerob	12,6252	m <sup>2</sup>
		Bak Pengendap Akhir	6,75	m <sup>2</sup>
12	Acian		71,7112	m <sup>2</sup>
13	Waterproof		71,7112	m <sup>2</sup>

#### 4.7.2. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah hasil perhitungan antara BOQ dengan harga satuan pekerjaan yang telah disesuaikan. melalui penyesuaian dengan harga yang berlaku di pasar. Perhitungan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan



dalam perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pasar induk lambaro dengan cara mengalikan beban setiap unit pekerjaan dengan nilai satuan harga yang telah ditentukan yang dapat dilihat pada tabel 4.9.

**Tabel 4. 9** Rekapitulasi Perhitungan RAB

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Total Harga
1	Pembersihan dan Perataan Tanah	64,2	m <sup>2</sup>	Rp 1.540.800
2	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	100	m <sup>3</sup>	Rp 5.125.100
3	Pengurugan Pasir dengan Pemadatan	3	m <sup>3</sup>	Rp 778.500
4	Lantai Kerja	15	m <sup>3</sup>	Rp 12.985.815
5	Bekisting Lantai	40	m <sup>2</sup>	Rp 17.232.000
6	Bekisting Dinding	235	m <sup>2</sup>	Rp 92.725.125
7	Pekerjaan Lantai Beton K-225	8	m <sup>3</sup>	Rp 9.132.704
8	Pekerjaan Dinding Beton K-225	24	m <sup>3</sup>	Rp 27.398.112
9	Pekerjaan Sloof Beton Bertulang	22	m <sup>3</sup>	Rp 138.063.970
10	Pembuatan Lubang Pondasi Strauss Pile	27	titik	Rp 5.670.000
11	Pekerjaan Pembesian Strouss	28	m <sup>3</sup>	Rp 31.974.908
12	Pekerjaan Plesteran Halus	72	m <sup>2</sup>	Rp 6.100.632
13	Pekerjaan Acian	72	m <sup>2</sup>	Rp 3.869.280
14	Pekerjaan Waterproofing	72	m <sup>2</sup>	Rp 3.018.960
15	Pekerjaan Pipa PVC 150 mm	7	m	Rp 821.366
16	Media Filter + Instalasi	50	m <sup>3</sup>	Rp 877.760.700
17	Pekerjaan Instalasi Pompa Submersible	2		Rp 14.647.500
18	Panel Pompa 2 HP, WLC	1	Ls	Rp 3.829.500
19	Water Meter	1	buah	Rp 2.928.000
20	Jaringan Pipa Udara dan Difuser	2	buah	Rp 5.000.000
21	Lampu Penerangan	6	buah	Rp 1.500.000
22	Pengecatan	350	m <sup>2</sup>	Rp 9.100.000
Jumlah				Rp 762.440.908

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir perencanaan IPAL di Pasar Induk Lambaro adalah sebagai berikut.

1. IPAL yang direncanakan dari segi kuantitas mampu menampung dan mengolah air limbah domestik dari seluruh pedagang pasar induk lambaro yang berjumlah. Sedangkan dari segi kualitas mampu menghasilkan *effluent* yang berada di bawah persyaratan baku mutu dalam PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016 untuk parameter BOD, COD, TSS, dan *total coliform*.
2. Teknologi pengolahan air limbah yang dapat diterapkan di pasar induk lambaro yaitu menggunakan sistem Biofilter Anaerob dan Aerob yang terdiri dari 6 kompartemen didalamnya dengan Luas total lahan perencanaan 64,2 m<sup>2</sup>.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL di Pasar Induk Lambaro adalah Rp. 762.440.908

#### **5.2. Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan verifikasi kembali dengan data dilapangan agar diperoleh hasil yang lebih baik dan detail sehingga dapat diimplementasikan di Pasar induk lambaro.
2. Dalam Pengambilan sampel sebaiknya dilakukan setiap los yang menghasilkan air limbah, agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih baik.
3. Penentuan data penggunaan air bersih sebaiknya dilakukan berdasarkan time series sehingga diperoleh data kebutuhan air bersih yang lebih aktual.
4. Perlu dilakukan survei mengenai kemauan masyarakat terkait pembangunan IPAL di wilayah perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS Aceh Besar, 2019. Provinsi Aceh Kabupaten Aceh Besar Dalam Angka 2019.
- Conway Edmund, (2015) *Gagasan Ekonomi yang Perlu Anda Ketahui*, Esensi Erlangga Group, Jakarta,
- Damayanti, D. Wuisan, E. M. Binilang, A. (2018). *Perencanaan Sistem Jaringan Pengolahan Air Limbah Domestik Di Perumnas Kelurahan Paniki Dua*. Jurnal Sipil Statik, Vol.6, No. 5, Mei 2018 (301-314).
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., and Ledin, A. (2002). Characteristic of Grey Wastewater. Urban Water No. 4, 85-104.
- George, T., Franklin, L.B. (1991). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition. McGraw Hill. Singapore
- Gunawan, Yuli. (2006). *Peluang Penerapan Produksi Pada Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Wastewater Treatment Plant Studi Kasus Di Pt. Badak Ngl Bontang*. thesis
- Hidayati, Shafiya Sausan. (2017). *Studi perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang dengan digester Anaerob dan Biofilter Anaerob-Aerob*. Jurnal Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya.
- Kemkes RI, (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2008) Nomor : 519/MENKES/SK/VI/2008 TENTANG “Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat.”.
- Keputusan Gubernur Aceh Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Penetapan Standar Satuan Harga Pemerintah Aceh Tahun 2019.

- Laporan *Interim penyusunan Petunjuk Teknis Prasarana dan Sarana Penyehatan Lingkungan Permukiman untuk Pasar Sehat*. 2008. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Manurung,dehora Try Arta.(2019). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Padang Bulan Di Kecamatan Medan Baru Kota Medan*.Skripsi.
- Maicon Tassa. (2017). *Brazilian Wastewater Treatment Market Overview*. University of Applied sciences.
- Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering Treatment And Reuse (4th ed)*. Fourth Edition International Edition. New York: McGraw-Hill
- Metcalf & Eddy,( 1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Moses Laksono S. dan Mera Kariana. ( 2010). “*Peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan dengan Pendekatan Green Productivity Pada Rumah Pemotongan Ayam*”. Jurnal Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Mufida Diana Khusna. (2015). *Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan Kombinasi Sistem Anaerob – Aerob pada Pabrik Tahu Duta Malang*. Jurnal Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya.
- Neshart, Dkk ( 2021).*Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biofilter Anaerob – Aerob* .Vol 1.Nomor 1. Jurnal Teluk
- Pamungkas, M. T. O. A. (2016). “ *Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD dan PH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang* “ Volume 4, Nomor 2, April 2016. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*,
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2012 Tentang “*Pengelolaan Dan Pemberdayaan Pasar Tradisional.*”
- Permendag Nomor 53 Tahun 2008 tentang " *Pedoman penataan dan pembinaan pasar tradisional, pusat perbelanjaan dan toko modern.*
- Publishing; Japan

- Pertemuan Nasional Pasar Sehat (2006). Kutipan diambil dari Kepmenkes 519 tahun 2008 tentang pedoman Penyehatan Pasar Sehat.
- Putri, Astari Dwi.( 2015).Perancangan Sistem Pengolahan Limbah Cair Kawasan Pasar Anggrek Kota Pontianak.
- Qasim, Syed R.(1985). *Wastewater Treatment Plants, Planning, Design and Operation*; CBS College
- Rosni. Arief, Herdi. (2016). *Analisis Kondisi Sarana dan Prasarana Pasar Tradisional Kampung Lalang di Kecamatan Medan Sunggal Kota Medan*. Universitas Negeri Medan. Medan. Jurnal Geografi,
- Said, N. I, dkk (2011). *Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta.
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Said, N.I. dan Ruliasih. (2015). *Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah*. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair,Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan,
- Satiti, E., Teknik, F., Studi, P., & Lingkungan, T. (2011). *Identifikasi dan karakterisasi Limbah Cair serta Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Pasar Tradisional*.
- Sawyer C.N., Mc Carty, P.L., dan Parkin, G.F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, 5th ed. Boston: McGraw Hill Companies, Inc.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Air Dan Limbah – Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah, SNI 6989.59: 2008.
- Sugiharto. (2008). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. universitas indonesia.
- Summary Progress Update (2021).SDG 6 – Water and sanitation For all.
- Tchobanoglous, G. and Burton, F. L. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. International Edition. Singapore: McGraw-Hill inc.
- Tchobanoglous, G.,Burton, F., dan Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse 4<sup>th</sup> Edition*.Metcalf & Eddy.

Tim Teknik Pembangunan Sanitasi. (2010). *Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi*

Yudo Satmoko. (2010). *Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung Di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, Amonia, Fosfat, Deterjen, Dan Bakteri Coli*. Jurnal Air Indonesia Vol.6 No. 1



**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN *BILL OF QUANTITY* (BOQ)**

Luas lahan yang harus dibersihkan untuk pembangunan setiap unit pengolahan biofilter anaerob dan aerob dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$A = \text{panjang setiap unit} \times \text{lebar setiap unit}$$

**Tabel 1. 1** Volume pembersihan lahan

No	Unit	P (m)	L (m)	Total
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,68
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,38
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	2,83
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	7,06
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,1
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	1,12
Total luas pekerjaan Pembersihan lahan				19,26

Sehingga diperoleh luas lahan yang dibutuhkan untuk pembangunan setiap unit pengolahan biofilter anaerob dan aerob adalah 19,2612 m<sup>2</sup>

a) Volume Pekerjaan Penggalian Tanah

Pada pekerjaan ini tanah digali dengan bentuk tampak samping segiempat dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Volume galian tanah} = (\text{panjang} + \text{sepatu lantai}) \times (\text{lebar} + \text{sepatu lantai}) \times (\text{kedalaman bangunan yang digali} + \text{tebal pasir} + \text{tebal lantai kerja})$$

Diketahui :

Sepatu lantai = 0,4 m

Tebal pasir = 0,1 m

Tebal lantai kerja = 0,05 m

Tabel 1. 2 Volume Pekerjaan Penggalian Tanah

No	Unit	P	Sepatu Lantai	Total P+Sepatu lantai	L	Sepatu Lantai	Total L+Sepatu lantai	H	Tebal pasir	Tebal lantai kerja	Total H+T.pasir+T.lantai kerja	Total (m <sup>3</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	0,4	1,8	1,2	0,4	1,6	1,5	0,1	0,05	1,65	5
2	Bak Ekualisasi	2,6	0,4	3	1,3	0,4	1,7	3,5	0,1	0,05	3,65	19
3	Bak pengendap awal	2,3 8	0,4	2,78	1,1 9	0,4	1,59	3,5	0,1	0,05	3,65	16
4	Bak Anaerob Biofilter	3,7 6	0,4	4,16	1,8 8	0,4	2,28	3,5	0,1	0,05	3,65	35
5	Bak Aerob Biofilter	2,5 2	0,4	2,92	1,2 6	0,4	1,66	3,5	0,1	0,05	3,65	18
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,4	1,9	0,7 5	0,4	1,15	3,5	0,1	0,05	3,65	8
Jumlah												100

b) Volume Pekerjaan Pengurugan Pasir dengan Pemadatan

$$V = (\text{panjang} + \text{sepatu lantai}) \times (\text{lebar} + \text{sepatu lantai}) \times \text{tebal pasir urug}$$



**Tabel 1. 3** Volume Pekerjaan Pengurugan Pasir dengan Pemadatan

No	Unit	P	Sepatu lantai	Total P+Sepatu lantai	L	Sepatu lantai	Total L+Sepatu lantai	Tebal Pasir Urug	Total (m <sup>3</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	0,4	1,8	1,2	0,4	1,6	0,1	0,288
2	Bak Ekualisasi	2,6	0,4	3	1,3	0,4	1,7	0,1	0,51
3	Bak pengendap awal	2,38	0,4	2,78	1,19	0,4	1,59	0,1	0,44
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	0,4	4,16	1,88	0,4	2,28	0,1	0,94
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	0,4	2,92	1,26	0,4	1,66	0,1	0,48
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,4	1,9	0,75	0,4	1,15	0,1	0,21
Total Volume Pekerjaan Pengurugan Pasir dengan Pemadatan									2,89

c) Volume Pekerjaan Lantai Kerja

Vol = (panjang+sepatu lantai) x (lebar +sepatu lantai) tebal lantai kerja

Tabel 1. 4 Volume Pekerjaan Lantai Kerja

No	Unit	P	Sepatu lantai	Total P+Sepatu lantai	L	Sepatu lantai	Total L+Sepatu lantai	T.Lantai Kerja	Tebal lantai kerja	Total (m <sup>3</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	0,4	1,8	1,2	0,4	1,6	1,5	0,5	1,44
2	Bak Ekualisasi	2,6	0,4	3	1,3	0,4	1,7	3,5	0,5	3
3	Bak pengendap awal	2,38	0,4	2,78	1,19	0,4	1,59	3,5	0,5	2,21
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	0,4	4,16	1,88	0,4	2,28	3,5	0,5	5
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	0,4	2,92	1,26	0,4	1,66	3,5	0,5	2,42
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,4	1,9	0,75	0,4	1,15	3,5	0,5	1,09
Total Volume Pekerjaan Lantai Kerja										14,45

## d) Volume Pekerjaan Bekisting Lantai dan Dinding

- Lantai = lantai tutup + lantai dasar  
= (panjang x lebar) + (panjang x lebar)
- Dinding = (2 x panjang x tinggi x 2 sisi) + ( lebar x tinggi x 2 sisi)

Tabel 1. 5 Volume pekerjaan bekisting lantai dan atap

No	Unit	P (m)	L(m)	V (m <sup>3</sup> )	V.total (m <sup>3</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,68	3,36
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,38	7
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	2,8322	6
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	7,0688	14,13
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,1752	6,35
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	1,125	2,25
Jumlah					39

Tabel 1. 6 Volume pekerjaan bekisting dinding

No	Unit	P (m)	L(m)	T (m)	A	B	V(m3)
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,5	8,4	3,6	12
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,5	36,4	9,1	46
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	3,5	33,32	8,33	42
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	3,5	52,64	13,16	66
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,5	35,28	8,82	44
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	3,5	21	5,25	26
Jumlah							235

Total Volume Bekisting IPAL =  $39 \text{ m}^3 + 235 \text{ m}^3 = 274 \text{ m}^3$

e) Volume Pekerjaan Beton K-225

V. Lantai = lantai tutup + lantai dasar  
 = (panjang x lebar x tebal) + (panjang x lebar x tebal)

V. Dinding = (2 x panjang x tinggi x tebal) + (lebar x tinggi x tebal)

**Tabel 1. 7** Volume Lantai Pekerjaan Beton K-225

No	Unit	P	L	T	Tebal	Total	Volume(m <sup>3</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,5	0,2	0,336	0,67
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,5	0,2	0,676	1,35
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	3,5	0,2	0,5664	1,13
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	3,5	0,2	1,4137	3
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,5	0,2	0,6350	1,27008
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	3,5	0,2	0,225	0,45
jumlah							8

**Tabel 1. 8** Volume dinding Pekerjaan Beton K-225

No	Unit	P(m)	L(m)	T(m)	Tebal	V.P	V.L	Volume
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,5	0,2	0,84	0,36	1,2
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,5	0,2	3,64	0,91	5
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	3,5	0,2	3,332	0,833	4
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	3,5	0,2	5,264	1,316	7
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,5	0,2	3,528	0,882	4,41
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	3,5	0,2	2,1	0,525	3
jumlah								24

Total Volume Pekerjaan Beton K 225 IPAL = 8 m<sup>3</sup>+24 m<sup>3</sup> = 32 m<sup>3</sup>

f) Volume Pekerjaan Sloof

Volume Bekisting Sloof

Diketahui :

Sloof a = panjang bak

Sloof b = lebar bak

Tinggi sloof = 0,3 m

Kebutuhan = (Sloof a x 2) + (Sloof b)

Volume = Kebutuhan x (2 x tinggi sloof)

**Tabel 1. 9** Volume Bekisting Sloof

No	Unit	P(m)	L(m)	T.sloof(m)	kebutuhan	volum e
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	0,3	4	2,4
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	0,3	6,5	4
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	0,3	5,95	4
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	0,3	9,4	6
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	0,3	6,3	4
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	0,3	3,75	2,25
Jumlah						22

Sumber : Penulis.2022

- Volume Beton Sloof ( Ø150 mm )

No	Unit	P(m)	L(m)	T.sloof (m)	kebutuhan	volume
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	0,3	1,68	0,52
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	0,3	3,38	0,11
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	0,3	2,8322	0,88
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	0,3	7,0688	0,22
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	0,3	3,1752	0,10
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	0,3	1,125	0,40
Jumlah						2,24

- Volume Pembesian Sloof

Volume pekerjaan ini mengacu pada perhitungan volume pekerjaan beton bangunan. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya didapatkan: Volume beton = 2,24 m<sup>3</sup>

Besi yang digunakan direncanakan memiliki berat 150 kg/m<sup>3</sup> beton sehingga didapatkan berat besi adalah:= 336 kg

g) Volume Pekerjaan Pondasi Strous Ø 200 mm, Dengan Kedalaman 3 m

Volume Beton Pengisi Strous

Kebutuhan = P x L x kedalaman

Volume Beton Strous =  $\pi \times r \times r \times \text{kebutuhan}$

Tabel 1. 10 Volume Beton Pengisi Strous

No	Unit	P(m)	L(m)	Kedalaman (m)	kebutuhan	volume
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	3	5,04	15,8256
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3	10,14	31,8396
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	3	8,4966	26,67932
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	3	21,2064	66,5881
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3	9,5256	29,91038
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	3	3,375	10,5975
Jumlah						181,4405

Jarak antar titik Strous Pile yaitu 4 – 7 meter

- Volume Pembesian Strauss

Volume pekerjaan ini mengacu pada perhitungan volume pekerjaan beton bangunan. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya didapatkan:

Volume beton = 181,4405 m<sup>3</sup>

Besi yang digunakan direncanakan memiliki berat 150 kg/m<sup>3</sup> beton sehingga didapatkan berat besi adalah = 27.216 kg

h) Luas Pekerjaan Plesteran

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan} &= \text{Dinding} + \text{Lantai} \\ &= (2 \times (p + l) \times t) + (p \times l)\end{aligned}$$

Tabel 1. 11 Luas Pekerjaan Plesteran

No	Unit	P(m)	L(m)	T (m)	Dinding	Lantai	Luas(m <sup>2</sup> )
1	Bak Pemisah Lemak	1,4	1,2	1,5	4,6	1,68	6,28
2	Bak Ekualisasi	2,6	1,3	3,5	9,75	3,38	13,13
3	Bak pengendap awal	2,38	1,19	3,5	8,925	2,8322	11,7572
4	Bak Anaerob Biofilter	3,76	1,88	3,5	14,1	7,0688	21,1688
5	Bak Aerob Biofilter	2,52	1,26	3,5	9,45	3,1752	12,6252
6	Bak Pengendap akhir	1,5	0,75	3,5	5,625	1,125	6,75
jumlah							71,7112

- i) Luas Pekerjaan Acian  
Luas pekerjaan acian = Luas pekerjaan plesteran  
= 71,7112 m<sup>2</sup>
- j) Luas Pekerjaan *Waterproofing*.  
Luas pekerjaan *waterproofing* = Luas pekerjaan plesteran  
= 71,7112 m<sup>2</sup>

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

**LAMPIRAN B**  
**DOKUMENTASI PENGAMBILAN SAMPEL**



Gambar 1.1 Tempat Pengambilan Sampel



Gambar 1.2 Proses Pengambilan Sampel



Gambar 1.3 Pewadahan sampel



Gambar 1.4 Sampel yang telah di ambil



Gambar 1.5 Wawancara dengan pedagang



Gambar 1.6 Tempat perebusan ayam di los ayam



Gambar 1.7 Tempat penyimpanan air bersih di los ayam



Gambar 1.8 Tempat penyimpanan ikan di los ikan



**LAMPIRAN C**  
**HASIL UJI AIR LIMBAH PASAR INDUK LAMBARO**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
 Jalan Tengku Syeekh Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [ltpk1@che.unsyiah.ac.id](mailto:ltpk1@che.unsyiah.ac.id)

**LEMBAR HASIL UJI**

Nomor: 237/R1/JTK-USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Hijrika Audia  
 Alamat Pelanggan : Keutapang-Aceh Besar  
 Tanggal di Terima : 14 Oktober 2021  
 Jenis Contoh Uji : Air Limbah Pasar  
 Tanggal di Analisa : 14 Oktober 2021-6 November 2021  
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
 Baku Mutu : Lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
<b>I. Fisika</b>					
1.	pH	-	6-9	6,8	
2.	Zat Padat Terlarut (TSS)	mg/l	30	446,7	
<b>II. Kimia</b>					
1.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	1.168	
2.	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/l	30	937	
3.	Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	101,9	
<b>III. Biologi</b>					
1.	Total Coliform	Jml/100 ml	3.000	1.100	

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN  
 24 November 2021  
 Dr. E.G. Juhawar, S.T., M.Eng.  
 011210 199802 1001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN KIMIA  
LABORATORIUM ANALISIS INSTRUMENTASI KIMIA  
DARUSSALAM BANDA ACEH

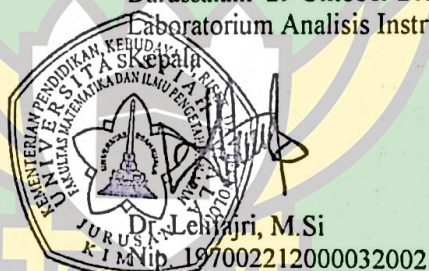
=====

LEMBAR HASIL UJI  
No : 097/B/LA/Kim/2021

Sampel ID : Limbah  
Permintaan : Hijrika Audia  
Tanggal Penerimaan : 25 Oktober 2021  
Tanggal Analisa : 29 Oktober 2021  
Hasil Analisa :

No	Sampel ID	Unit	Hasil Analisa Minyak Lemak	Metoda Analisa
1	Limbah	mg/L	0,072	Gravimetric

Darussalam 29 Oktober 2021  
Laboratorium Analisis Instrumentasi Kimia



جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y