



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**PERENCANAAN DETAIL ENGINEERING DESIGN  
(DED) INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI) SEDATI  
MENGUNAKAN ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER MEDIA BIOBALLS**

**PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes**

**Co.Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Nieke Karnaningroem, M.Sc**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**DETAIL ENGINEERING DESIGN PLANNING OF  
SEAI FISH AUCTION USING ANAEROBIC BAFFLE  
REACTOR AND ANAEROBIC BIOFILTER WITH  
BIOBALLS MEDIA**

**PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108**

**SUPERVISOR  
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes**

**Co. SUPERVISOR  
Prof. Dr. Nieke Karnaningroem, M.Sc**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN *DETAIL ENGINEERING DESIGN* (DED)  
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH TEMPAT  
PELELANGAN IKAN (TPI) SEDATI MENGGUNAKAN  
*ANAEROBIC BAFFLE REACTOR* (ABR) DAN  
*ANAEROBIC BIOFILTER* (ABF) MEDIA *BIOBALLS***

### TUGAS AKHIR

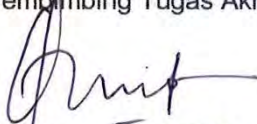
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**PUTRI ALIFAH MARYANI**  
NRP. 3312 100 108

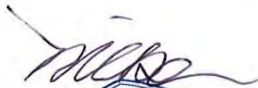
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



**Ir. Atiek Moesriati, M.Kes**  
**NIP. 195706021989032002**

Co. Dosen Pembimbing Tugas Akhir



**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaingroem, M.Sc**  
**NIP. 195501281985032001**



**Pengolahan Air Limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati Menggunakan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) Dan *Anaerobic Biofilter* (ABF) Media *Bioballs***

Nama : Putri Alifah Maryani  
NRP : 3312100108  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes  
Co. Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

**ABSTRAK**

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati merupakan lokasi jual-beli ikan yang cukup diperhitungkan di Pulau Jawa. Meskipun keberadaannya cukup penting, namun aspek sanitasi didalam Tempat Pelelangan Ikan sangat tidak dijaga dan tidak terawat. Limbah hasil pencucian ikan ataupun kegiatan jual-beli lainnya dibuang secara sembarangan di saluran air hingga menimbulkan genangan dan menyebabkan bau serta menjadi sarang penyakit, karena karakteristik limbah tersebut adalah limbah organik. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya pelanggan di TPI Sedati. Oleh karena itu, upaya untuk memperbaiki kondisi sanitasi yang tidak sehat tersebut harus dilakukan. Upaya yang dapat dilakukan dengan membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Pada perencanaan ini, terdapat 2 jenis data yang dikumpulkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi debit influen air limbah, serta karakteristik BOD, COD, TSS, pH, dan suhu air limbah yang didapatkan berdasarkan hasil pengambilan sampel di lapangan dan kemudian dianalisa di laboratorium. Data sekunder meliputi baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur No.52 Tahun 2014 dan harga satuan pokok pekerjaan (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2015.

Sebelum masuk ke unit pengolahan utama, influen air limbah terlebih dahulu melewati penyaring. Penyaring terbuat dari stainless steel mesh filter sebesar 0,05 inch dengan lebar bukaan 0,06 inch. Berdasarkan hasil perhitungan, unit pengolahan air limbah yang tepat digunakan di TPI Sedati adalah unit *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dengan jumlah kompartemen sebanyak 4 kompartemen. Unit ABR memiliki total panjang 5,6 meter, lebar

1,8 meter dan tinggi 1,5 meter, dengan bahan penyusun adalah mild steel setebal 5 mm. Total biaya yang dibutuhkan untuk membangun unit ABR sebesar Rp 64.319.391,00

Kata Kunci : *Anaerobic Baffle Reactor*, *Anaerobic Biofilter*, Tempat Pelelangan Ikan Sedati

**Detail Engineering Design (DED) Planning of Wastewater  
Treatment Plant in Sedati Fish Auction Using *Anaerobic  
Baffle Reactor (ABR) and Anaerobic Biofilter (ABF) with  
Bioballs Media***

Name : Putri Alifah Maryani  
NRP : 3312100108  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes  
Co. Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

**ABSTRACT**

Sedati fish auction is a purchase-sale place that really counted in East Java. Although its existence is very important, the sanitation aspect inside there is unmaintained and unhealthy. Fish washery or its wastewater or another a purchase-sale waste discarded randomly into the drain and causing puddle, odor, and disease vector, because, the characteristic of fish washery waste is organic waste. In a way to improve these conditions are by planning and building wastewater treatment plant (WWTP) with Anaerobic process. The treatment alternatives for this plant are Anaerobic Baffle Reactor or Anaerobic Biofilter with Bioballs Media. These two alternatives is selected because of its high efficiency in wastewater treatment and maintenance simplicity. Between these two alternatives, it will be chosen based on the smallest land area and building volume, the highest efficiency removal of BOD and COD, and the lowest budget of building plant and maintenance.

In this planning, it takes two collected data, primary and secondary. The primary data consists of influent flow if wastewater, characteristic of BOD, COD, TSS, and value of pH and temperature, Primary data was collected based on wastewater sampling in field, then it was analyse in the laboratory. Secondary data consist of wastewater quality standard based on East Java Governor Regulation Number 52 Year 2014.

Based on the calculations, the right type of WWTP using in Sedati fish auction was *Anaerobic Baffle Reactor* with four baffles. This unit has total 5,6 metres long, 1,8 metres wide and 1,5 metres high, with a building blocks made of 5 mm mild steel. Total cost to build thus WWTP is Rp 64.319.391,00.

Keywords : *Anaerobic Baffle Reactor*, *Anaerobic Biofilter*, Sedati Fish Auction.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar dan tepat waktu. Tugas akhir dengan judul Perencanaan Detail Engineering Design Tempat Pelelangan Ikan Sedati (TPI) Menggunakan *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter Media Bioballs* dibuat dalam memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS. Dalam Penyusunan laporan ini, tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat yang diberikan kepada penulis
2. Ir Atiek Moesriati, M.Kes selaku dosen pembimbing tugas akhir atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan
3. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc selaku dosen co-pembimbing tugas akhir atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan
4. Dr. Ir. M. Razif, M.M, Dr. Eng Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM, dan Ibu Alia Damayanti, ST, MT, PhD selaku dosen penguji tugas akhir atas kritik dan saran yang telah diberikan
5. Kedua orang tua atas segala dukungan moral, materi, dan doanya
6. Teman – teman angkatan 2012, atas kebersamaan, bantuan serta kritik dan sarannya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, mohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam tugas akhir ini. Kritik dan saran dari berbagai pihak yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 20 Mei 2016

Penulis



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR ISI

### Halaman Judul

ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Perencanaan.....	2
1.4 Manfaat Perencanaan.....	2
1.5 Ruang Lingkup Perencanaan .....	2
BAB 2.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tempat Pelelangan Ikan (TPI).....	5
2.2 Karakteristik Limbah Cair Tempat Pelelangan Ikan (TPI) ...	5
2.3 Parameter Pencemar.....	6
2.4 Baku Mutu Air Limbah .....	8
2.5 Proses Pengolahan Secara Anaerobik.....	8
2.5.1 <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	11
2.5.2 <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	14
2.6 Bak Ekualisasi.....	17
2.7 Alternatif Pengolahan .....	17
2.8 Penelitian Pendahuluan.....	18
BAB 3.....	21

METODE PERENCANAAN.....	21
3.1 Kerangka Perencanaan .....	21
3.2 Tahapan Perencanaan .....	23
Bab 4 .....	39
Gambaran Umum Wilayah Perencanaan.....	39
4.1 Gambaran Umum Lokasi.....	39
4.2 Kondisi Sanitasi TPI Sedati .....	39
BAB 5 DETAIL PERENCANAAN .....	43
5.1 Debit Air Limbah TPI.....	43
5.2 Karakteristik Air Limbah.....	44
5.3 Alternatif Perencanaan .....	44
5.4 Perencanaan Unit Pengolahan.....	45
5.4.1 <i>Screen</i> .....	45
5.4.2 Bak Ekualisasi .....	46
5.4.3 Pompa .....	49
5.4.4 <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	50
5.4.5 <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	65
5.4.6 Perhitungan Jumlah Pipa Kompartemen .....	78
5.4.7 Profil Hidrolis .....	78
5.5 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya .....	85
5.5.1 BOQ Anaerobic Biofilter .....	85
5.5.2 BOQ <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	88
5.5.3 Rencana Anggaran Biaya Unit ABR .....	90
5.5.4 Rancangan Anggaran Biaya ABF .....	91
5.6 Pemeliharaan Unit IPAL .....	92
5.7 Biaya Pemeliharaan dan Operasional IPAL .....	94
5.8 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit IPAL.....	95

5.8 Rencana Pengembangan Unit Pengolahan Air Limbah ....	98
BAB 6.....	103
KESIMPULAN DAN SARAN .....	103
6.1 Kesimpulan .....	103
6.2 Saran .....	103
DAFTAR PUSTAKA .....	105
LAMPIRAN A.....	108
LAMPIRAN B.....	118
LAMPIRAN C.....	121
BIOGRAFI PENULIS.....	125

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	14
Gambar 2.2 Skema <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	17
Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan .....	21
Gambar 3.2 Grafik faktor Penyisihan BOD berdasarkan overloading organic ABR .....	29
Gambar 3.3 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Strength .....	29
Gambar 3.4 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Suhu ..	30
Gambar 3.5 Grafik Hubungan Penyisihan BOD dengan HRT pada ABR .....	30
Gambar 3.6 Grafik faktor Jumlah Kompartemen .....	31
Gambar 3.7 Rasio Efisiensi Removal COD dan BOD .....	31
Gambar 3.8 Grafik COD Removal pada Bak Pengendap ABF .....	32
Gambar 3.9 Grafik Hubungan Efisiensi Removal BOD dan COD Bak Pengendap ABF.....	32
Gambar 3.10 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Temperatur pada <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	33
Gambar 3.11 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Kualitas Air Limbah pada <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	33
Gambar 3.12 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Luas Permukaan Media pada <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	34
Gambar 3.13 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Nilai Hydraulic Retention Time (HRT) pada <i>Anaerobic Biofilter</i> ..	34
Gambar 4.1 Lokasi TPI Sedati .....	41
Gambar 5.17 Grafik Hubungan Efisiensi Removal BOD dan COD Bak Pengendap ABF.....	67
Gambar 5.18 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Temperatur pada <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	67

Gambar 5.19 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan  
Kualitas Air Limbah pada *Anaerobic Biofilter* ..... 68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya .....	8
Tabel 2.2 Kriteria Desain Unit Pengolahan Anaerobik Biofilter (ABF) .....	11
Tabel 2.3 Kriteria Desain Unit <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> (ABR)...	15
Tabel.3.1 Baku Mutu Air Limbah .....	25
Tabel 3.2 Kriteria Desain <i>Anaerobic Biofilter</i> .....	26
Tabel 3.3 Kriteria Desain <i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	27
Tabel 4.1 Data Pemakaian Air oleh Penjual Pada Satu Kali Pencucian .....	43
Tabel 5.1 Karakteristik air Limbah TPI Sedati .....	44
Tabel 5.2 Baku Mutu Air Limbah .... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabel 5.3 Debit Fluktuasi Air Limbah.....	46
Tabel 5.11 Ringkasan Aspek Unit IPAL .....	98
Tabel 5.12 Hasil Proyeksi Penjual Hingga Tahun 2029.....	99





**Halaman ini sengaja dikosongkan**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tempat pelelangan ikan merupakan fasilitas fungsional di dalam pelabuhan perikanan yang berfungsi meningkatkan nilai ekonomis atau nilai guna dari fasilitas pokok yang dapat menunjang aktivitas di pelabuhan. Tempat pelelangan ikan adalah tempat dimana penjual dan pembeli melakukan transaksi jual beli ikan dengan cara pelelangan. Pelelangan ikan adalah kegiatan di suatu TPI guna mempertemukan antara penjual dan pembeli ikan sehingga terjadi tawar menawar harga ikan yang mereka sepakati bersama. Dengan demikian pelelangan ikan adalah salah satu mata rantai tata niaga ikan (Lumaningsih N, 2014).

Salah satu tempat pelelangan ikan yang terdapat di Jawa Timur yaitu TPI Sedati yang berlokasi di Desa Gisik Cemandi, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. TPI Sedati menjual berbagai tangkapan laut seperti ikan, kepiting, udang, dan kerang. Setelah ditangkap dan diletakkan di TPI, selanjutnya penjual akan langsung mencuci ikan sebelum dijual. Permasalahan yang terjadi yaitu setelah dilakukan pencucian, penjual ikan akan langsung membuang menuju badan air atau dilantai kios pelelangan ikan. Sehingga, lokasi TPI penuh dengan genangan air dan menjadi bau. Selain itu, lokasi TPI rawan menjadi bibit penyakit bagi penjual dan pembeli karena temperature di TPI menjadi lembab.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dibuat teknologi pengolahan yang dapat menjadi solusi dalam mengolah limbah cair dari TPI Sedati. Teknologi pengolahan yang pernah dilakukan pada limbah perikanan adalah berupa proses pemisahan secara mekanik dan pengendapan dalam microscreen baik yang tetap maupun berputar (Bergheim et al, 1993). Diharapkan dengan adanya teknologi ini, permasalahan sanitasi di TPI dapat diperbaiki sehingga tidak merugikan berbagai pihak, khususnya masyarakat yang tinggal di daerah sekitar TPI.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari perencanaan ini adalah :

1. Bagaimana cara menghitung dan menggambar Detail Engineering Design (DED) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter*?
2. Bagaimana menghitung Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter*?
3. Bagaimana memilih alternatif teknologi pengolahan yang tepat untuk Tempat Pelelangan Ikan (TPI)?

## **1.3 Tujuan Perencanaan**

Tujuan dari perencanaan ini adalah :

1. Menghitung dan menggambar Detail Engineering Design (DED) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter*
2. Menghitung Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter*
3. Memilih alternatif teknologi pengolahan yang tepat untuk Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

## **1.4 Manfaat Perencanaan**

Manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Membantu pemerintah dalam mengetahui kandungan effluent serta kondisi sanitasi pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI).
2. Membantu memecahkan permasalahan lingkungan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI)
3. Memberikan saran berkaitan dengan teknologi pengolahan yang tepat di Tempat Pelelangan Ikan (TPI).

## **1.5 Ruang Lingkup Perencanaan**

Ruang lingkup dari perencanaan ini adalah :

1. Lokasi sampling dilakukan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati, Desa Gisik Cemandi sebanyak 1 titik sampling
2. Objek perencanaan adalah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati yang meliputi tempat pembuangan sisa limbah dan sungai di daerah sekitar lokasi

3. Data primer meliputi pH, TSS dan parameter kimia adalah BOD, COD, TSS, dan Total N
4. Data sekunder yang meliputi :
  - a. Data kualitas efluen Tempat Pelelangan Ikan (TPI) yang diperoleh dari tesis berjudul Peningkatan Kualitas Efluen Limbah Cair Pencucian Ikan Menggunakan Modifikasi Bio-rack oleh Lily Oktavia
  - b. Peraturan Gubernur Jawa Timur no.52 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jatim no.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
  - c. Harga Satuan Pokok Kota Surabaya Tahun 2015
5. Alternatif teknologi pengolahan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Biofilter* (ABF) Media *Bioball* yang kualitas efluennya memenuhi baku mutu untuk dibuang ke badan air perairan.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tempat Pelelangan Ikan (TPI)**

Berdasarkan Keputusan Bersama 3 Menteri yaitu Menteri Dalam Negeri, Menteri Pertanian dan Menteri Koperasi dan Pembinaan Pengusaha Kecil Nomor : 139 Tahun 1997; 902/Kpts/PL.420/9/97; 03/SKB/M/IX/1997 tertanggal 12 September 1997 tentang penyelenggaraan tempat pelelangan ikan, bahwa yang disebut dengan Tempat Pelelangan Ikan adalah tempat para penjual dan pembeli melakukan transaksi jual beli ikan melalui pelelangan dimana proses penjualan ikan dilakukan di hadapan umum dengan cara penawaran bertingkat.

Tempat Pelelangan Ikan adalah disingkat TPI yaitu pasar yang biasanya terletak di dalam pelabuhan / pangkalan pendaratan ikan, dan di tempat tersebut terjadi transaksi penjualan ikan/hasil laut baik secara lelang maupun tidak (tidak termasuk TPI yang menjual/melelang ikan darat). Biasanya TPI ini dikoordinasi oleh Dinas Perikanan, Koperasi atau Pemerintah Daerah. TPI tersebut harus memenuhi kriteria sebagai berikut: tempat tetap (tidak berpindah-pindah), mempunyai bangunan tempat transaksi penjualan ikan, ada yang mengkoordinasi prosedur lelang/penjualan, mendapat izin dari instansi yang berwenang (Dinas Perikanan/Pemerintah Daerah 1999).

Fungsi tempat pelelangan ikan adalah untuk melelang ikan, dimana terjadi pertemuan antara penjual (nelayan atau pemilik kapal) dengan pembeli (pedagang atau agen perusahaan perikanan). Letak dan pembagian ruang di gedung pelelangan harus direncanakan supaya aliran produk (flow of product) berjalan dengan cepat (Lubis, 2006). Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa produk perikanan merupakan produk yang cepat mengalami penurunan mutu, sehingga apabila aliran produk ini terganggu akan menyebabkan terjadinya penurunan mutu ikan.

#### **2.2 Karakteristik Limbah Cair Tempat Pelelangan Ikan (TPI)**

Berdasarkan sifat limbah cair dari kegiatan pelelangan ikan, diketahui bahwa limbah tersebut mengandung bahan organik dan protein dengan konsentrasi tinggi. Pengolahan yang tepat untuk

menurunkan kandungan organik dalam limbah ini dapat dilakukan secara biologis atau dengan menggunakan tanaman air. Jumlah debit air limbah pada effluent umumnya berasal dari proses pengolahan, pencucian ikan, serta sisa ikan yang tidak sempat terjual. Kandungan beban pencemaran organik limbah cair perikanan terdapat senyawa nitrogen yang tinggi dimana merupakan proses larut air setelah mengalami leaching selama pencucian, defrost, dan proses pemasakan (Battistoni et al, 1992, Mendez et al, 1992; Veranita, 2001).

Secara umum kualitas efluen limbah perikanan mengandung organik dan nutrient yang tinggi. Salah satu dari efluen limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) adalah berasal dari pencucian ikan. Menurut penelitian Ibrahim (2005), limbah cair pencucian ikan dihasilkan dengan debit yang tidak tetap setiap harinya, kadar yang dikandungnya juga fluktuatif. Pada waktu tertentu dan jumlah yang banyak tetapi encer, terutama mengandung banyak protein dan organik.

## **2.3 Parameter Pencemar**

### **a. BOD dan COD**

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Bahan organik yang terdekomposisi pada BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). BOD juga dapat diartikan sebagai ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung di dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat terurai.

Sedangkan COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung didalam air, dimana pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  digunakan sebagai sumber oksidasi (*oxidizing agent*). Kelebihan COD dalam badan air akan mempengaruhi angka kelarutan oksigen dalam badan air. Keuntungan analisa COD dibandingkan dengan tes BOD adalah keceatan waktu yang dibutuhkan dimana tes COD hanya memerlukan waktu 3 jam



sedangkan analisa BOD memerlukan waktu 5 hari. Selain itu ketelitian dan ketepatan tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD (Alaerts dan Santika, 1984). Kandungan organik dalam limbah cair ditandai dengan konsentrasi BOD atau COD rasio. Rasio BOD/COD lebih dari 0,5 merupakan dasar penentuan sistem pengolahan yang tepat untuk dilakukan. Artinya, bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat dibiodegradasi oleh mikroorganisme.

#### b. TSS (Total Suspended Solid)

TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan didalam air, tidak terlarut dan tidak mengendap langsung. Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang di dalam air, yang secara fisika menyebabkan kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang secara langsung ke badan air karena dapat menyebabkan pendangkalan dan menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam dasar air sehingga proses fotosintesi mikroorganisme tidak dapat berlangsung.

Kandungan padatan terlarut dalam air limbah dapat menstimulasi pembentukan deposit lumpur dan kondisi anaerobic pada badan air. Limbah cair pencucian ikan umumnya mengandung TSS yang tinggi. TS dalam air limbah terdiri atas bahan organik dan anorganik, dimana keduanya akan mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Partikel TSS dapat disaring dengan kertas milipore berpori  $0,45 \mu\text{m}$  namun menghilangkannya tidak hanya dengan mengendapkannya saja karena masih terdapat padatan yang terapung. Keberadaan TSS dalam konsentrasi yang tinggi di perairan dapat menghalangi masuknya sinar matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis, menurunkan kejernihan, dan menurunkan oksigen terlarut (Preditha, 2012). Nilai TSS yang tinggi pada badan air mempengaruhi perubahan fisika-kimia pada badan air dan dampaknya tergantung pada konsentrasi, lamanya waktu, komposisi senyawa kimia serta organisme yang ada pada lingkungan tersebut (Billota dan Bazier, 2008).

## 2.4 Baku Mutu Air Limbah

Secara umum kualitas effluent limbah perikanan mengandung bahan organik dan nutrient yang tinggi. Hal ini dijelaskan dalam peraturan yang berlaku, yaitu Peraturan Gubernur Jawa Timur no.52 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jatim no.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya

Parameter	Nilai
pH	6 - 9
Zat padat tersuspensi	200 mg/L
BOD	50 mg/L
COD	100 mg/L

Sumber : Peraturan Gubernur Jatim No.52 Tahun 2014

Berdasarkan tabel diatas dengan membandingkan kondisi karakteristik limbah perikanan umumnya, maka terlihat bahwa kandungan limbah cair pencucian ikan memiliki konsentrasi tinggi sehingga apabila langsung dibuang ke sungai atau badan air lainnya dapat mencemari lingkungan. Limbah cair pencucian ikan juga termasuk golongan limbah yang kuat (Metcalf and Eddy, 1991).

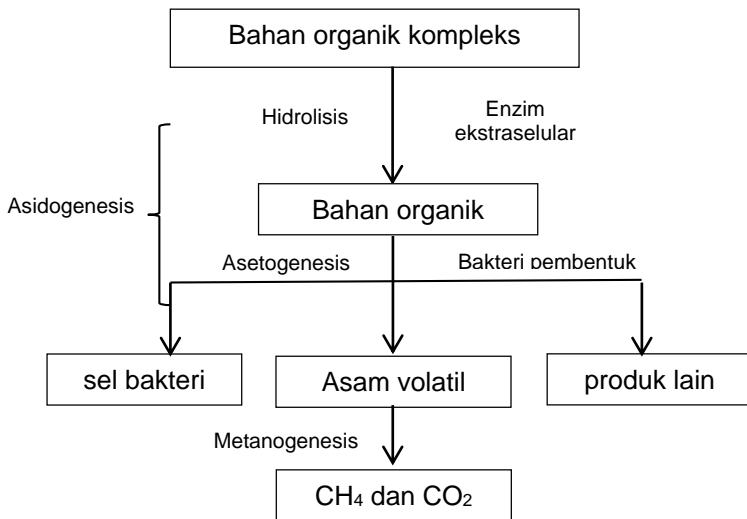
## 2.5 Proses Pengolahan Secara Anaerobik

Proses pengolahan secara anaerobic adalah suatu metabolisme tanpa menggunakan oksigen yang dilakukan oleh bakteri anaerobik (Said dan Firly, 2005). Ciri khas dari proses anaerobik adalah terbentuk gas metan ( $CH_4$ ). Pada proses anaerobik memiliki beberapa keuntungan dan kelebihan, antara lain:

- Derajat stabilitas yang tinggi
- Produk lumpur buangan biologis rendah

- Kebutuhan nutrient rendah
- Dihasilkan gas metan yang dapat digunakan sebagai sumber energy

Pada proses anaerob, senyawa organik diubah menjadi metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) tanpa kehadiran oksigen (O<sub>2</sub>). Dekomposisi anaerob terjadi melalui tiga tahap, yaitu hidrolisis, pembentukan asam, dan pembentukan metana.



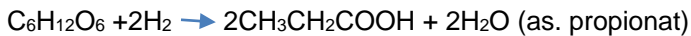
Gambar 2.x Degradasi Senyawa Organik pada Proses Anaerobik.

Sumber: Benefield dan Randall (1980)

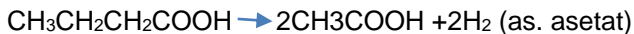
Reaksi hidrolisis merupakan proses pelarutan senyawa organik yang tidak larut dan proses penguraian tersebut menjadi senyawa dengan berat molekul yang sederhana untuk dapat melewati membran sel. Reaksi kimia yang terjadi pada proses hidrolisis yaitu :



Pada proses asidogenesis, senyawa organik seperti polisakarida, lemak, dan protein dihidrolisa menjadi gula dan asam-asam amino. Bakteri asidogenesis memfermentasikan hasil hidrolisa menjadi asam – asam lemak volatil yang memiliki rantai pendek seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, asam laktat, amoniak, dan sulfida. Konsentrasi H<sub>2</sub> memegang peranan penting dalam mengontrol bagian produk bakteri asidogenik. Reaksi penguraian senyawa glukosa pada proses asidogenesis yaitu :



Asam propionat dan asam lemak lainnya yang dihadirkan oleh bakteri asidogenik dikonversi oleh bakteri asetonogenesis menjadi asam asetat, H<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub>.



Pada proses pembentukan metana, gas metana yang dihasilkan berasal dari asam asetat, hidrogen, dan karbondioksida. Ada dua kelompok bakteri yang berperan. Yaitu bakteri metana asetoklasik dan bakteri metana pengonsumsi hydrogen. Bakteri metana asetoklasik mengubah asam asetat menjadi karbondioksida dan metana. Bakteri ini mampu mengontrol nilai pH pada proses fermentasi dengan mengonsumsi asam asetat dan membentuk CO<sub>2</sub>. Reaksi kimia pembentukan metana oleh bakteri asetolakitik yaitu :



Bakteri metana pengonsumsi hydrogen mengubah hydrogen bersama – sama dengan karbondioksida menjadi metana dan air. Sisa hydrogen yang tertinggal mengatur laju produksi asam total dan campuran asam yang diproduksi oleh bakteri pembentuk asam, dengan reaksi kimia sebagai berikut :



### 2.5.1 Anaerobic Biofilter

*Anaerobic Biofilter* juga dikenal sebagai fixed bed atau fixed film reactor. Unit ini melakukan pengolahan untuk padatan yang tidak dapat diendapkan dan padatan yang terlarut. Prinsip dari *Anaerobic Biofilter* adalah melakukan pengolahan untuk padatan yang tidak dapat diendapkan atau terlarut, dengan cara membawa padatan tersebut untuk kontak dengan massa bakteri aktif (Sasse, 1994). Masa bakteri aktif membutuhkan makanan sehingga bakteri tersebut mencerna materi organik yang terdispersi dan terlarut dalam waktu tinggal (*retention times*) yang singkat (Sasse, 1998). *Anaerobic Biofilter* merupakan salah satu jenis dari Biofiltrasi Terendam. Biofiltrasi sendiri yaitu proses pengolahan biologis dengan prinsip pemanfaatan mikroba dengan pertumbuhan terlekat pada suatu media. Unsur – unsur pencemar yang dapat dihilangkan antar lain BOD, COD, Nitrogen, Amonia, Fosfat, dan zat padatan tersuspensi. Berikut adalah kriteria desain dari unit ABF :

Tabel 2.2 Kriteria Desain Unit Pengolahan Anaerobik Biofilter (ABF)

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
HRT	hari	1,5 sampai 2 (untuk <i>black water</i> )	Sasse 1998
		0,7 sampai 1,5 (untuk <i>grey water</i> )	Morel & Diener 2006
Efisiensi Removal BOD	-	50%-90%	Sasse 1998; Morel & Diener 2006
Efisiensi Removal TSS	-	50% - 80%	Morel & Diener 2006

Komponen yang terdapat pada Biofiltrasi Terendam adalah Biofilm. Biofilm yaitu sekumpulan sel-sel mikroorganisme yang melekat pada suatu permukaan media dan diselubungi oleh perekat polisakarida yang diekskresikan oleh sel – sel mikroorganisme tersebut. Pada Biofilm yang terbentuk dari

mikroorganisme yang berasal dari air limbah, akan terjadi proses *desloughing*. *Desloughing* adalah proses peluruhan dari biofilm karena penumpukan mikroorganisme yang menyebabkan bakteri bersifat fakultatif hingga non-aktif.

Menurut Lim dan Grady (1980), mekanisme yang terjadi pada reaktor biologi biakan melekat diam terendam adalah sebagai berikut :

- Transportasi dan adsorpsi zat organik dan nutrient dari fasa liquid ke fasa biofilm
- Transportasi mikroorganisme dari fasa liquid ke fasa biofilm
- Adsorpsi mikroorganisme yang terjadi dalam lapisan biofilm
- Reaksi metabolisme mikroorganisme yang terjadi dalam lapisan biofilm, memungkinkan terjadinya mekanisme pertumbuhan, pemeliharaan, kematian, dan lisis sel
- Penempelan (*attachment*) dari sel, yaitu pada saat lapisan biofilm mulai terbentuk dan terakumulasi secara kontinyu dan bertahap (*gradual*) pada lapisan biofilm
- Mekanisme pelepasan (*detachment biofilm*) dan produk lainnya (*by product*).

Unit ABF (*Anaerobic Biofilter*) adalah pengolahan biologis dengan memanfaatkan mikroba pada suatu media lekat dengan tidak menggunakan oksigen di dalam reaktor air limbah. Di dalam *Anaerobic Biofilter*, terjadi proses denitrifikasi, yakni nitrat yang terbentuk diubah menjadi gas nitrogen (Hikami, 1992). Pada perencanaan ini, unit ABF dipilih karena memiliki keunggulan sebagai berikut :

- Pengoperasiannya mudah, karena tidak perlu dilakukan sirkulasi lumpur, sehingga tidak ada masalah bulking agent
- Lumpur yang dihasilkan sedikit, karena pada proses biofilm terdapat rantai makanan yang lebih panjang dan melibatkan aktifitas mikroorganisme dengan orde yang lebih tinggi.
- Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun tinggi.
- Tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun konsentrasi karena di dalam reaktor biofilm, mikroorganisme

akan melekat pada permukaan unggun media ehngga konsentrasi biomassa per satuan volume relative lebih besar.

- Pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil, karena terdapat difusi pada biofilm substrat maupun enzim. Selain itu, juga karena lapisan biofilm bertambah tebal.

Bagian – bagian unit *Anaerobic Biofilter* terdiri dari :

#### 1. Media kontaktor/media penyangga

Media kontaktor adalah tempat tertempelnya mikroorganisme di dalam proses biofilter. Pemilihan media harus dilakukan dengan seksama sesuai dengan kondisi proses serta jenis air limbah yang akan diolah. Kriteria media biofilter antara lain :

##### a. Mempunyai luas permukaan spesifik besar

Luas permukaan spesifik adalah ukuran seberapa besar luas area yang aktif secara biologis tiap satuan volume media. Luas permukaan spesifik antara lain sebesar  $100-820 \text{ m}^2/\text{m}^3$

##### b. Mempunyai fraksi volume rongga tinggi

Fraksi volume rongga adalah prosentase ruang atau volume terbuka dalam media. Dapat dikatakan bahwa fraksi volume rongga adalah ruang yang tidak tertutup oleh media itu sendiri. Fraksi volume rongga tinggi akan membuat aliran air tidak terhalang

##### c. Diameter celah bebas besar (*large free passage diameter*)

##### d. Tahan terhadap penyumbatan

Penyumbatan pada media biofilter dapat terjadi karena pertumbuhan biomassa. Kecenderungan penyumbatan untuk berbagai macam media dapat diperkirakan dengan melihat fraksi rongga dan diameter celah bebas. Selain itu, ketidakseragaman rongga media juga dapat menjadi penyebab penyumbatan.

##### e. Dibuat dari bahan inert

Media biofilter harus terbuat dari bahan yang tidak korosif, tahan terha pembusukan dan perusakan secara kimiawi.

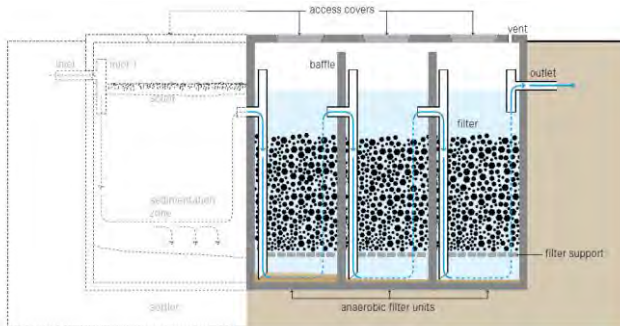
#### 2. Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal merupakan bak yang menampung air limbah sebelum diproses ke media anaerobic. Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organic tersuspensi. Selain itu, juga dapat berfungsi

sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

### 3. Bak kontraktor Anaerob

Bak kontak anaerob merupakan tempat dipasangnya media biofilter dengan aliran dari atas ke bawah. Penguraian zat organik yang ada di dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobic atau fakultatif aerob. Di bak kontak ini, pada permukaan media akan tumbuh lapisan biofilm. Mikroorganisme pada biofilm akan menguraikan zat-zat yang belum sempat terurai pada bak pengendap.



Gambar 2.1 Skema Anaerobic Biofilter

Sumber : Tilley (2014)

### 2.5.2 Anaerobic Baffle Reactor

ABR adalah satu jenis pengolahan *suspended growth* yang memanfaatkan sekat (*baffle*) dalam pengadukan yang bertujuan memungkinkan terjadinya kontak antara air limbah dan biomass. berdasarkan penelitian Purwanto (2008), ABR memiliki efisiensi removal suspended solid yang kurang baik, yaitu berkisar antara 40-70%, meski begitu, Pengolahan ini adalah pengolahan yang murah dari segi operasional, sebab tidak diperlukan penggunaan energi listrik, dan memiliki efisiensi removal organik yang cukup baik. Zat padat dengan densitas yang mendekati densitas airdapat terbawa keluar dari kompartemen pertama dan terbawa keluar reaktor bersama dengan efluen. Oleh karena itu, kemampuan mengolah zat padat



bergantung pada batas pemberian makan (*feed line*) atau kompartemen pertama. Hal ini dapat pula diatasi dengan penambahan unit yang dapat membantu pemisahan zat padat (Foxon et al, 2004). Berikut adalah kriteria desain unit *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) :

Tabel 2.3 Kriteria Desain Unit *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR)

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
Vupflow	m/jam	0,6 – 2 (jika jumlah kompartemen 3-6)	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2006
Beban Organik	kgCOD/m <sup>3</sup> .hari	4 – 5	Tchobanoglus et al, 2003; Sasse,1998
Efisiensi Removal COD	-	65% - 90%	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2006
Efisiensi Removal BOD	-	70 – 95%	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2008; BORDA 2008
Efisiensi Removal TSS	-	Hingga 90%	SINGH, 2008

Menurut McCarty dan Bachmann (dalam Barber dan Stuckey,1999), ABR adalah reaktor yang menggunakan serangkaian dinding (*baffle*) untuk membuat air limbah yang mengandung polutan organik untuk mengalir di bawah dan ke atas (melalui) dinding dari inlet menuju outlet. Pada dasarnya, ABR merupakan pengembangan dari reaktor *upflow anaerobic sludge blanket* (UASB). Kriteria desain ABR berdasarkan Sasse (1998) adalah sebagai berikut:

- *Up flow velocity*: < 2 m/jam
- Panjang: 50-60% dari ketinggian
- Removal COD: 65-90%

- Removal BOD: 70-95%
- *Organic loading*: < 3 kg COD/m<sup>3</sup>.hari
- *Hydraulic retention time*: > 8 jam

Keuntungan ABR dibandingkan sistem pengolahan limbah lainnya adalah : (Barber dan Stuckey dalam Chandra 2007)

a. Konstruksi

- Desain sederhana
- Tidak ada bagian bergerak
- Tidak ada pencampuran mekanik
- Pembuatan tidak mahal
- Resiko penyumbatan kecil
- Resiko ekspansi sludge bed kecil
- Biaya operasi rendah

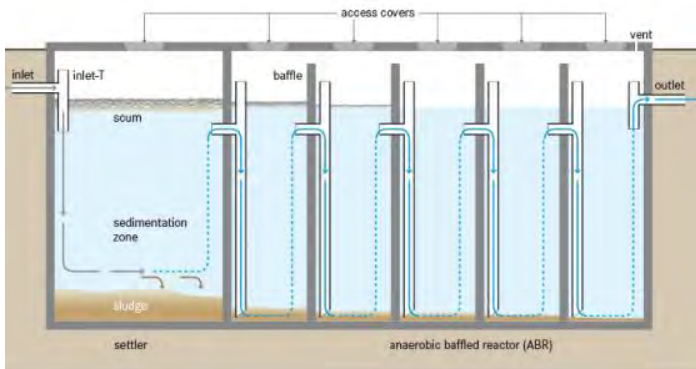
b. Biomassa

- Waktu retensi solid tinggi tanpa perlu memberikan media atau ruang pengendapan untuk mikroorganisme yang menempel
- Waktu pembentukan lumpur lama dan lumpur yang terbentuk juga sedikit
- Umur lumpur lebih lama sehingga pembuangan lumpur yang dilakukan lebih jarang
- Tidak memerlukan mikroorganisme dengan kemampuan pengendapan tertentu

c. Operasi

- Waktu retensi hidrolik rendah
- Memungkinkan untuk operasi secara intermiten (untuk limbah cair musiman)
- Stabil terhadap shock loading hidrolik dan organik
- Perlindungan terhadap material toksik di influen
- Waktu operasi yang lama tanpa pembuangan lumpur
- Berfungsi efektif dalam rentang debit dan jumlah beban influen yang cukup luas

Struktur ABR yang sederhana memungkinkan untuk diubah desainnya tergantung dari karakteristik limbah cair yang akan diolah. Desain hybrid dapat dilakukan untuk meningkatkan performansi reaktor terhadap limbah cair spesifik. (Barber dan Stuckey, 1999).



Gambar 2.2 Skema *Anaerobic Baffle Reactor*

Sumber : Tilley (2014)

## 2.6 Bak Ekualisasi

Proses ekualisasi berfungsi untuk meminimumkan dan mengendalikan fluktuasi aliran limbah cair baik kuantitas maupun kualitas yang berbeda dan menghomogenkan konsentrasi limbah cair dalam bak ekualisasi. Proses pencampuran dan aerasi diperlukan pada proses ekualisasi untuk menghindari kondisi septik (Roniadi, 2013). Tujuan dari proses ekualisasi adalah :

- Mengendalikan aliran limbah cair agar tidak terjadi aliran bergelombang
- Menghomogenkan senyawa organik dalam limbah cair agar tidak terjadi fluktuasi
- Menyeragamkan nilai pH menjadi sekitar 6,5 – 8,5
- Ketepatan menyalurkan limbah cair secara kontinyu untuk proses berikutnya
- Ketepatan menyalurkan hasil effluent limbah cair ke proses berikutnya
- Mengendalikan beban toksisitas yang tinggi

## 2.7 Alternatif Pengolahan

Pada penelitian ini, alternatif yang digunakan antara lain :

- Alternatif 1



- Alternatif 2



## 2.8 Penelitian Pendahuluan

Penelitian – penelitian pendahuluan yang menunjang perencanaan ini antara lain :

1. Oktavia (2013) melakukan penelitian yang berjudul Peningkatan Kualitas Efluen Limbah Cair Pencucian Ikan Menggunakan Modifikasi Bio-rack Wetland. Pada penelitian tersebut didapatkan kandungan efluen Tempat Pencucian Ikan (TPI) yaitu :
  - pH = 6,8 mg/L
  - TSS = 1020 mg/L
  - TN = 32,8 mg/L
  - BOD = 1930 mg/L
  - COD = 320 mg/L
2. Juliardi (2013) meneliti mengenai pengelolaan limbah organik di Tempat Pelelangan Ikan di Kecamatan Panarukan Kabupaten Situondo. Penelitian ini membahas mengenai aspek – aspek pengelolaan di Tempat Pelelangan Ikan.
3. Faubiany (2008) melakukan pembahasan mengenai kajian sanitasi di tempat pendaratan dan pelelangan ikan Muara Angke. Penelitian ini berisi pengaruh sanitasi di lokasi terhadap kualitas ikan yang didaratkan
4. Awaliyah (2015) melakukan pembahasan mengenai perencanaan IPAL Komunal dengan unit pengolahan Anaerobik.
5. Said (2005) melakukan penelitian mengenai aplikasi *Bioballs* untuk media biofilter dalam studi kasus pengolahan air limbah pencucian jeans. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan

bahwa media *Bioballs* dapat meremoval COD sebesar 78-91% dengan waktu detensi 3 hari

6. Penelitian oleh Maslon (2015) mengenai *Bioballs* sebagai biofilm pada Sequencing Batch Reactor menunjukkan media *Bioballs* dapat meremoval COD sebesar 97,7%
7. Hamid (2014) melakukan penelitian dengan membandingkan desain IPAL proses *Attached Growth Anaerobic Filter* dengan *Suspended Growth Anaerobic Baffled Reactor* untuk pusat pertokoan di kota Surabaya

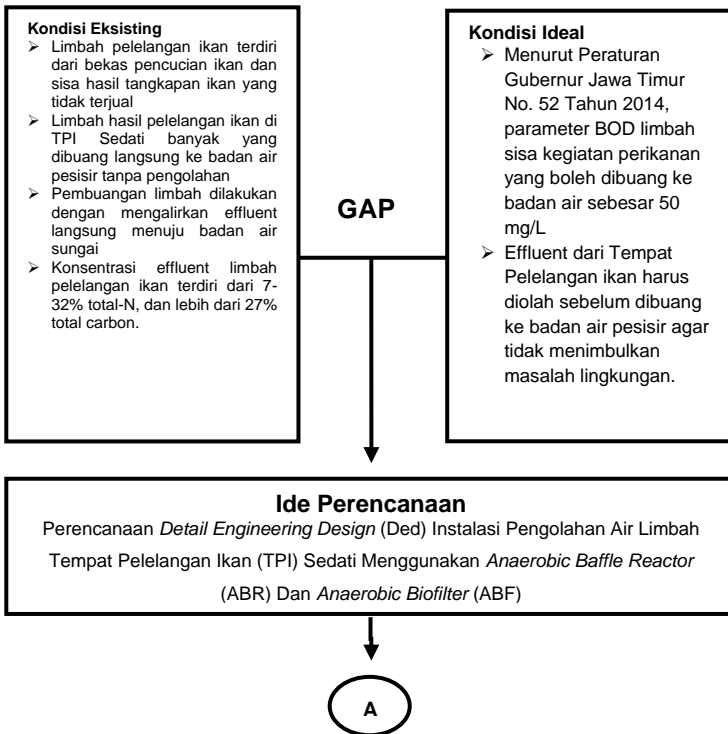
**Halaman ini sengaja dikosongkan**

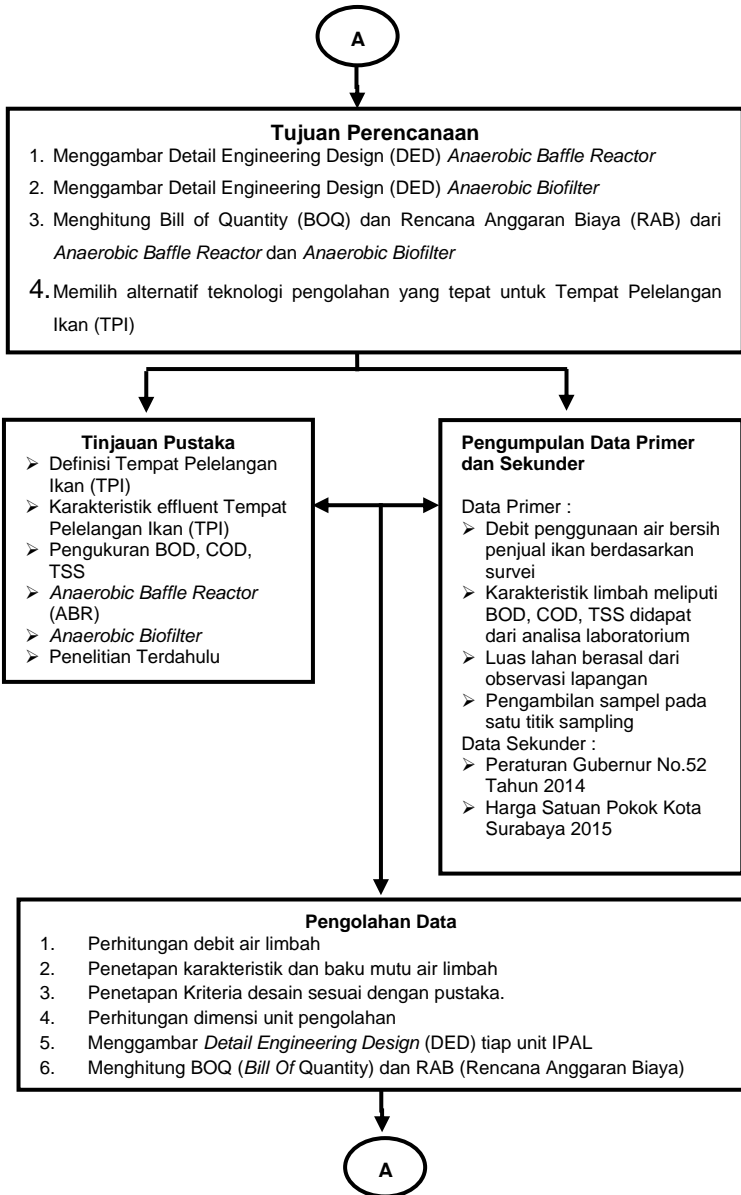
# BAB 3 METODE PERENCANAAN

## 3.1 Kerangka Perencanaan

Pada kerangka perencanaan ini ditentukan metode apa yang digunakan selama perencanaan untuk mencapai hasil akhir sesuai tujuan perencanaan.

Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan







A

#### Hasil dan Pembahasan

1. Karakteristik effluent TPI Sedati berdasarkan parameter yang telah ditentukan
2. Dimensi, gambar DED, BOQ, serta RAB unit Bak Ekualisasi, Bak Sedimentasi, *Anaerobic Biofilte (ABF)*, dan *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)*
3. Perbandingan dimensi, luas lahan yang dibutuhkan, *efficiency removal*, RAB serta kekurangan dan kelebihan dari unit *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)* dan *Anaerobic Biofilter (ABF)*

#### Kesimpulan dan Saran

1. Desain rinci unit *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)* dan *Anaerobic Biofilter (ABF)*
2. RAB pembangunan untuk masing - masing alternatif IPAL
3. Kekurangan dan kelebihan masing - masing unit IPAL berdasarkan parameter yang dibandingkan, yaitu volume, luas lahan yang dibutuhkan, *efficiency removal*, serta RAB.

### 3.2 Tahapan Perencanaan

Berdasarkan kerangka perencanaan, maka tahapan kegiatan perencanaan adalah sebagai berikut :

#### 1. Ide Perencanaan

Ide perencanaan pada studi penanganan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) ini bermula pada kondisi realitas yang ada di sekitar lokasi. Kondisi yang terjadi adalah tidak adanya pengolahan air limbah pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Efluen yang berasal dari sisa pencucian ikan dan kegiatan lainnya hanya dibuang begitu saja di badan air sungai yang bermuara langsung ke laut. Akibatnya timbul pencemaran yang diindikasikan dari nilai BOD, COD, TSS yang melebihi baku mutu dan timbulnya bau serta kekeruhan.

#### 2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang timbul pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI) adalah ketidaksesuaian antara kondisi realitas dengan kondisi ideal yang seharusnya. Pada kondisi ideal, setiap usaha

perikanan diperbolehkan membuang limbah ke media lingkungan hidup (dalam hal ini badan air sungai) dengan persyaratan memenuhi baku mutu.. Pada kondisi realitas, air limbah yang berasal dari kegiatan Tempat pelelangan Ikan (TPI) dibuang ke badan air sungai dalam keadaan masih melebihi baku mutu yang ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan air limbah yang sesuai dengan karakteristik limbah serta kondisi lingkungan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI).

### 3. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mempelajari hal – hal yang berkaitan dengan teori, kriteria desain, dan rumus – rumus perhitungan yang berkaitan dengan perencanaan ini. Tinjauan Pustaka tersebut didapatkan dari berbagai sumber seperti textbook, jurnal, internet, artikel penelitian, tugas akhir maupun tesis di tahun sebelumnya, dan lain – lain. Hal tersebut menjadi dasar dalam pelaksanaan dan pembahasan hingga penarikan kesimpulan pada perencanaan. Literatur yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain :

- Kondisi wilayah studi
- Karakteristik, kualitas, dan baku mutu air limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI)
- Teknologi pengolahan yang direncanakan, meliputi kriteria desain, proses pengolahan, dan rumus perhitungan

### 4. Pengumpulan Data

Berkaitan dengan perencanaan yang dilakukan, diperlukan data – data yang mendukung perencanaan baik data primer maupun data sekunder. Data – data yang dibutuhkan antara lain :

#### a. Data primer

Data primer adalah data yang didapat secara langsung melalui observasi lapangan. Berikut data primer yang dibutuhkan untuk perencanaan ini :

- Debit air limbah yang digunakan adalah jumlah pemakaian air bagi penjual TPI
- Karakteristik limbah meliputi BOD, COD, TSS didapat dari pengambilan sampel secara langsung di lokasi dan kemudian dilakukan analisa di laboratorium

- Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada satu titik sampling dengan menerapkan metode *grab sampling*. Lokasi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 3.2
- Luas lahan berasal dari observasi lapangan



Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling

b. Data sekunder

- Baku mutu air limbah untuk kegiatan limbah  
Baku mutu air limbah yang digunakan yaitu Peraturan Gubernur No.52 Tahun 2014, dengan nilai baku mutu yang tertera pada Tabel 3.1.

Tabel.3.1 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Nilai (mg/L)
pH	6 - 9
Zat padat tersuspensi	200
BOD	50
COD	100

Sumber : Peraturan Gubernur Jatim No.52 Tahun 2014

- Lokasi badan air penerima  
Badan air penerima dari efluen Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati di Sungai Gisik Cemandi yang bermuara ke Laut Jawa.

- Harga satuan pokok (HSPK) Kota Surabaya tahun 2015. HSPK Kota Surabaya tahun 2015 terdapat di lampiran.

5. Pengolahan data

Pengolahan data pada perencanaan ini terdiri dari :

- a. Perhitungan debit air limbah
  - Debit air limbah didapatkan dari survei jumlah penggunaan air bersih penjual di TPI Sedati
- b. Penetapan karakteristik dan baku mutu air limbah
  - Karakteristik didasarkan pada penelitian pendahuluan serta penelitian di laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan ITS
- c. Penetapan Kriteria desain sesuai dengan pustaka
  - Unit pengolahan *Anaerobic Biofilter*

Tabel 3.2 Kriteria Desain *Anaerobic Biofilter*

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
HRT	hari	1,5 sampai 2 (untuk <i>black water</i> )	Sasse 1998
		0,7 sampai 1,5 (untuk <i>grey water</i> )	Morel & Diener 2006
Efisiensi Removal BOD	-	50%-90%	Sasse 1998; Morel & Diener 2006
Efisiensi Removal TSS	-	50% - 80%	Morel & Diener 2006

- Unit Pengolahan *Anaerobic Baffle Reactor*

Tabel 3.3 Kriteria Desain *Anaerobic Baffle Reactor*

Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
Vupflow	m/jam	0,6 – 2 (jika jumlah kompartemen 3-6)	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2006
Beban Organik	kgCOD/m3. hari	4 – 5	Tchobanoglous et al, 2003; Sasse,1998
Efisiensi Removal COD	-	65% - 90%	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2006
Efisiensi Removal BOD	-	70 – 95%	Sasse 1998 ; Morel dan Diener 2008; BORDA 2008
Efisiensi Removal TSS	-	Hingga 90%	SINGH, 2008

## d. Perhitungan dimensi unit IPAL

• Unit *Anaerobic Baffle Reactor*Perhitungan Volume Lumpur

Kadar solid lumpur	=	2%
Densitas padatan	=	2,65 kg/L
Densitas lumpur	=	$\frac{(\%solid \times \text{massa jenis solid}) + (\%air \times \text{massa jenis air})}{100\%}$
Volume lumpur	=	Massa lumpur / densitas lumpur
Tinggi lumpur	=	Volume Lumpur/Asurface

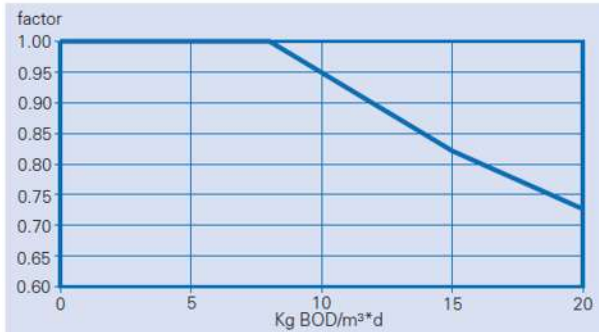
Perhitungan Kompartemen ABR

Panjang Tangki ABR = 60% x kedalaman ABR

Volume kompartemen =  $\frac{(\text{Lebar downflow} + \text{panjang komp}) \times n \text{ komp} \times \text{kedalaman outlet} \times \text{lebar komp}}{1000}$

Nilai COD pada perhitungan OLR cek didapatkan dari perhitungan faktor penurunan COD di ruang kompartemen berikut:

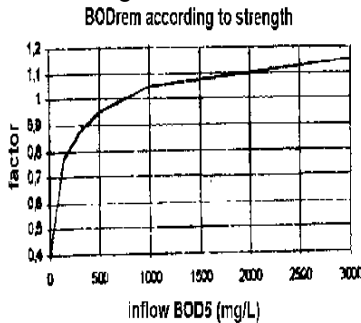
- Faktor overload = 1 (beban BOD5 per hari <5)



Gambar 3.2 Grafik faktor Penyisihan BOD berdasarkan overloading organic ABR

Sumber : Sasse, 1998

- Faktor strength



BOD<sub>5</sub> < 150 mg/L:

$$factor = BOD_5 * 0.37 / 150 + 0.4$$

BOD<sub>5</sub> < 300 mg/L:

$$factor = (BOD_5 - 150) * 0.1 / 150 + 0.77$$

BOD<sub>5</sub> < 500 mg/L:

$$factor = (BOD_5 - 300) * 0.08 / 200 + 0.87$$

BOD<sub>5</sub> < 1000 mg/L:

$$factor = (BOD_5 - 500) * 0.1 / 500 + 0.95$$

BOD<sub>5</sub> < 3000 mg/L:

$$factor = (BOD_5 - 1000) * 0.1 / 2000 + 1.05$$

BOD<sub>5</sub> ≥ 3000 mg/L:

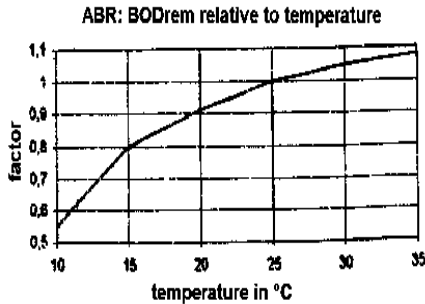
$$factor = 1.15$$

Gambar 3.3 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Strength

Sumber : Sasse, 1998

- Faktor Temperatur

Faktor temperatur/suhu, yaitu faktor yang menunjukkan hubungan antara CODrem pada Anaerobic Biofilter dengan suhu pengolahan.



temp < 15 °C:  
 $factor = (temp-10)*0.25/5+0.55$

temp < 20 °C:  
 $factor = (temp-15)*0.11/5+0.8$

temp < 25 °C:  
 $factor = (temp-20)*0.09/5+0.91$

temp < 30 °C:  
 $factor = (temp-25)*0.05/5+1$

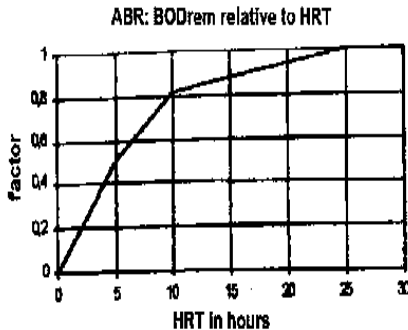
temp ≥ 30 °C:  
 $factor = (temp-30)*0.03/5+1.05$

Gambar 3.4 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Suhu

Sumber : Sasse, 2009

- Faktor HRT

Faktor HRT adalah nilai faktor yang menunjukkan hubungan antara Removal COD di Anaerobic Biofilter dengan waktu tinggal (Hydraulic Retention Time).



HRT < 5h:  
 $factor = HRT*0.51/5$

HRT < 10h:  
 $factor = (HRT-5)*0.31/5+0.51$

HRT < 25h:  
 $factor = (HRT-12)*0.18/15+0.82$

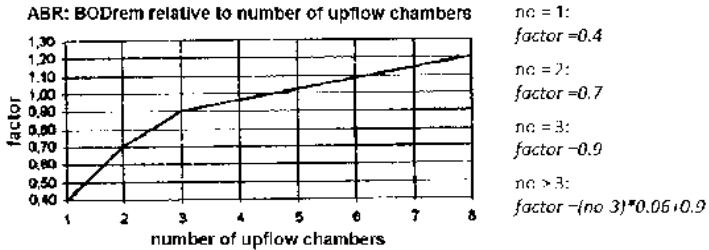
HRT ≥ 25h:  
 $factor = 1$

Gambar 3.5 Grafik Hubungan Penyisihan BOD dengan HRT pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

- Faktor Jumlah kompartemen

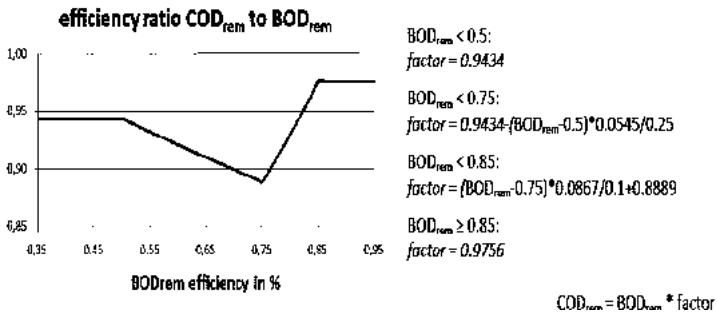




Gambar 3.6 Grafik faktor Jumlah Kompartemen

Sumber : Sasse, 2009

- Rasio COD/BOD



Gambar 3.7 Rasio Efisiensi Removal COD dan BOD

Sumber : Sasse, 2009

- Unit *Anaerobic Biofilter*

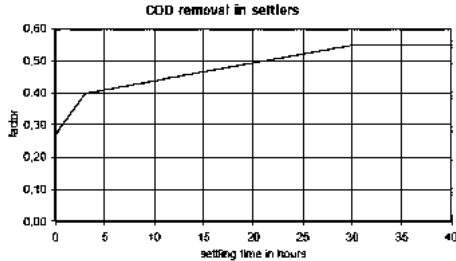
**Perhitungan Efluen BOD dan COD**

Q tiap jam =  $Q_{peak} / \text{waktu pengaliran}$

Rasio COD/BOD =  $COD_{influen} / BOD_{influen}$

COD removal bak pengendap =  $\text{rasio SS/COD} / 0,6 \times (HRT - 1) \times 0,1 / 2 + 0,3$

Perhitungan COD removal pada bak pengendap berkaitan dengan Gambar 3.8



Gambar 3.8 Grafik COD Removal pada Bak Pengendap ABF

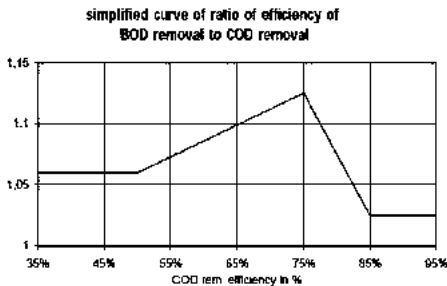
Sumber : Sasse, 1998

BOD removal bak pengendap = Rasio BODrem/CODrem x COD removal bak pengendap

CODinfluen di ABF = CODinfluen x (1-CODremoval bak pengendap)

BODinfluen di ABF = BODinfluen x (1-BODremoval bak pengendap)

Rasio BODrem/CODrem pada perhitungan BOD removal bak pengendap ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 3.10

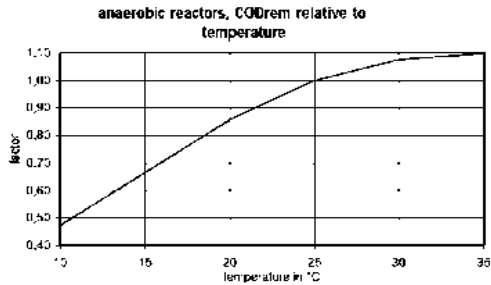


Gambar 3.9 Grafik Hubungan Efisiensi Removal BOD dan COD Bak Pengendap ABF

Sumber : Sasse, 1998

Berdasarkan Sasse (1998), Efisiensi penyisihan pada unit *Anaerobic Biofilter* dihitung berdasarkan empat faktor, antara lain:

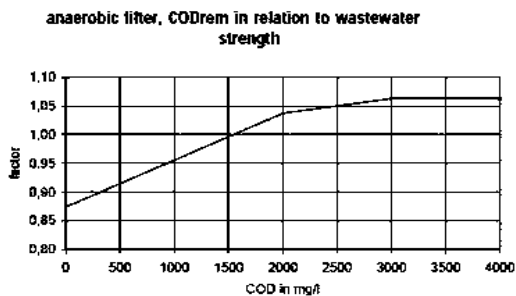
a. F-temp (faktor temperature/suhu),



Gambar 3.10 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Temperatur pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

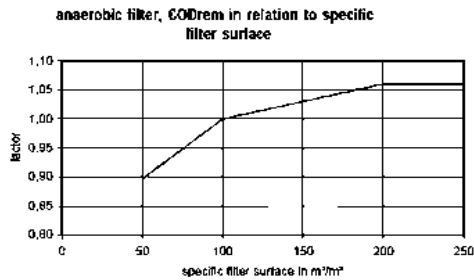
b. F-strength



Gambar 3.11 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Kualitas Air Limbah pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

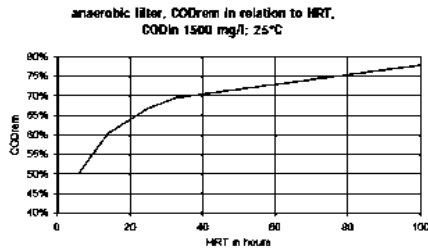
c. F-surface



Gambar 3.12 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Luas Permukaan Media pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse,2009

d. F-HRT



Gambar 3.13 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Nilai Hydraulic Retention Time (HRT) pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse,2008

$$\text{CODremoval ABF} = f\text{-temp} \times f\text{-strenght} \times f\text{-surface} \times f\text{-HRT} \times (1 + (\text{jumlah kompartemen} \times 0,04))$$

$$\text{CODefluen ABF} = \text{CODinfluen di ABF} \times (1 - \text{CODremoval ABF})$$

$$\begin{aligned} \text{COD}_{\text{removal Total}} &= 1 - (\text{COD}_{\text{efluen ABF}} / \text{COD}_{\text{influen}}) \\ \text{Rasio penyisihan BOD/COD} &= \text{Berdasarkan grafik, dengan nilai penyisihan 93\%, maka nilai faktor penyisihan BOD sebesar 1,03} \\ \text{BOD}_{\text{removal Total}} &= \text{COD}_{\text{removal Total}} \times \text{rasio penyisihan BOD/COD} \\ \text{BOD}_{\text{efluen ABF}} &= \text{BOD}_{\text{influen}} \times (1 - \text{BOD}_{\text{removal Total}}) \end{aligned}$$

### **Perhitungan Dimensi Bak Pengendap**

Dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Akumulasi lumpur} &= 0,005 \times (0,5 - (\text{interval pengurasan} - 36)) \times 0,002 \\ &= 2/3 \times \text{volume bak pengendap} / \text{lebar} \\ \text{Panjang bak pertama} &= \text{dalam} / \text{Hair pada inlet} \\ \text{Panjang bak kedua} &= \text{panjang bak pertama} / 2 \\ \text{Volume aktual bak pengendap} &= (\text{panjang bak pertama} + \text{panjang bak kedua}) \times \text{lebar dalam} \times \text{Hari pada inlet} \end{aligned}$$

### **Perhitungan Dimensi Anaerobic Biofilter**

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki ABF} &= \text{HRT} \times Q_{\text{peak}} / 24 \\ \text{Lebar kompartemen} &= \text{volume tangki} / \text{jumlah kompartemen} / ((1/4 \times \text{kedalaman}) + (\text{panjang tiap kompartemen} \times (\text{kedalaman} - \text{ketinggian media} \times (1 - \text{porositas media})))) \end{aligned}$$

### **Produksi Biogas**

$$\text{Efluen bak pengendap} = (\text{COD}_{\text{influen}} - \text{COD}_{\text{influen di ABF}}) \times$$

$$Q_{\text{peak}} \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5$$

Efluen *Anaerobic Biofilter* =  $(\text{COD}_{\text{influen di ABF}} - \text{COD}_{\text{efluen di ABF}}) \times Q_{\text{peak}} \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5$

Total produksi biogas = Efluen bak pengendap + efluen *Anaerobic Biofilter*

### **Cek OLR dan upflow velocity**

OLR =  $\text{COD}_{\text{influen di ABF}} \times Q_{\text{peak}} / 1000 / (\text{ketinggian media} \times \text{lebar kompartemen} \times \text{panjang tiap kompartemen} \times \text{porositas media} \times \text{jumlah kompartemen})$

Upflow velocity =  $Q_{\text{peak}} \text{ tiap jam} / (\text{lebar kompartemen} \times \text{panjang kompartemen} \times \text{porositas media})$

- e. Menggambar *Detail Engineering Design* (DED) tiap unit IPAL
  - Dimensi DED berdasarkan dimensi yang telah didapatkan dari perhitungan DED
- f. Menghitung BOQ (*Bill Of Quantity*) dan RAB (Rencana Anggaran Biaya)
  - Perhitungan BOQ berdasarkan volume dari masing – masing unit
  - RAB berdasarkan perhitungan dari volume pekerjaan dan HSPK Kota Surabaya Tahun 2015
- g. Hasil dan Pembahasan
 

Hasil dan pembahasan pada perencanaan ini terdiri dari :

  1. Penentuan karakteristik efluen TPI Sedati berdasarkan parameter yang telah ditentukan
  2. Menghitung dimensi, menggambar DED, dan menghitung BOQ serta RAB unit Screen, Bak Ekualisasi, Bak Pengendap I, *Anaerobic Biofilter*, dan *Anaerobic Baffle Reactor*
  3. Perbandingan dimensi, luas lahan yang dibutuhkan, *efficiency removal*, RAB serta kekurangan dan kelebihan dari unit *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Biofilter* (ABF)

4. Perbandingan biaya operasi dan perawatan pada tiap alternative unit pengolahan.
- h. Kesimpulan dan Saran

Hasil kesimpulan dan saran didapatkan dari analisa dan pembahasan. Pada kesimpulan didapatkan jawaban atas tujuan dari perencanaan, meliputi desain mendetail setiap unit pengolahan, biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan dan pengoperasian, serta kelebihan bangunan pengolahan yang dipilih dari alternatif pengolahan sebelumnya. Berdasarkan kesimpulan tersebut kemudian dapat digunakan sebagai saran yang diharapkan mampu menjadi pertimbangan dan masukan untuk pengolahan air limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI).

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi**

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati berlokasi di Desa Gisik Cemandi, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Desa Gisik Cemandi merupakan perkampungan nelayan yang bersebelahan langsung dengan Desa Banjar Kemuning dan Gisik Kidul, serta berada tepat di belakang Bandara Juanda.

TPI Sedati bersebelahan dengan sungai yang bermuara langsung ke Laut Jawa. Kecamatan Sedati memiliki ketinggian 4 meter diatas permukaan laut. Tetapi karena TPI Sedati berada di ujung barat Kabupaten Sidoarjo dan berbatasan langsung dengan laut, maka ketinggian lokasi di TPI Sedati lebih rendah dari daerah lainnya di Kabupaten Sidoarjo. Luas lahan TPI Sedati sebesar 1919,13 Ha. Lokasi TPI Sedati dapat dilihat pada Gambar 4.1

#### **4.2 Kondisi Sanitasi TPI Sedati**

Kondisi sanitasi di lokasi TPI Sedati cukup memprihatinkan terutama pada lokasi penjualan ikan. Sisa hasil pencucian dibuang secara sembarangan hingga menjadi genangan dan menimbulkan bau. Selain itu, tidak adanya perbedaan antara lokasi pendaratan ikan dan jual-beli membuat air bekas pencucian dan air sisa pemakaian es tergenang di lantai TPI.

Tidak hanya itu, letak saluran di dalam lokasi jual-beli yang tidak direncanakan dengan matang membuat air tidak mengalir menuju ke badan air sungai hingga menyebabkan air mengendap di dalam saluran. Air yang mengendap akan menempel ke dalam saluran hingga menimbulkan kerak dan menyebabkan kebuntuan pada dinding – dinding saluran. Kondisi saluran di tempat pelelangan ikan Sedati dapat dilihat pada Gambar 4.2. Layout lokasi pelelangan dapat dilihat pada Gambar 1 di lampiran gambar.



Gambar 4.1 Keadaan Saluran di TPI



Gambar 4.2 Lokasi Penjual di TPI



Gambar 4.1 Lokasi TPI Sedati

Sumber : Google Earth

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB 5 DETAIL PERENCANAAN

### 5.1 Debit Air Limbah TPI

Secara keseluruhan, total penjual di TPI Sedati sebanyak 25 orang. Pada hari kerja, jumlah penjual dapat berkurang hingga 15 orang, karena banyaknya pengunjung lebih besar pada akhir pekan daripada ketika hari kerja.

Pemakaian air untuk operasional di TPI Sedati berasal dari air PDAM Kabupaten Sidoarjo. Tetapi, air tidak langsung dialirkan kepada penjual. Para penjual harus membeli kepada pihak kedua melalui jerigen. Data banyaknya pemakaian air bersih dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Pemakaian Air oleh Penjual Pada Satu Kali Pencucian

	Jumlah penjual		Debit (L/hari)		Total Debit (L/hari)	
	Hari kerja	Sabtu – Minggu	Hari kerja	Sabtu - Minggu	Hari kerja	Sabtu - Minggu
Penjual ikan	15	25	20	50	300	1250
Penjual kerang	3	3	15	2	45	6
Penjual kepiting	1	1	6	6	6	6
Total					351	1262

Data tersebut merupakan debit satu kali pencucian di tiap harinya. Berdasarkan pengamatan di lapangan, setiap hari dilakukan dua kali pencucian, maka perhitungan debit rata - rata air limbah dari hasil pencucian yaitu :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{(351 \text{ L/hari} \times 5 \text{ hari}) + (1262 \text{ L/hari} \times 2 \text{ hari})}{7 \text{ hari}} = 611,3 \text{ L/hari} \\
 &= 611,3 \text{ L/hari} \times 2 \text{ kali pencucian} \\
 &= 1222,6 \text{ L/hari} = 1,22 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 1,2 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

## 5.2 Karakteristik Air Limbah

Sebelum melakukan perencanaan, dilakukan analisis terhadap karakteristik air limbah yang dihasilkan. Karakteristik air limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 Karakteristik air Limbah TPI Sedati

Parameter	Nilai (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
BOD	894	50
COD	1443	100
TSS	280	200

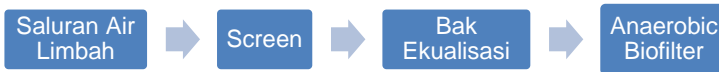
Sumber : Hasil Perhitungan

Baku mutu yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No.52 Tahun 2014 tentang perubahan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

## 5.3 Alternatif Perencanaan

Pada perencanaan ini terdapat dua alternatif desain unit pengolahan air limbah. Detail alternatif pengolahan dapat dilihat pada bagan berikut .:

- Alternatif 1



- Alternatif 2



Gambar 5.1 Alternatif Pengolahan

Pada perencanaan ini, setelah influen air limbah mengalir melalui saluran, influen akan disaring dengan penyaring (screen) kemudian menuju bak ekualisasi. Alternatif pengolahan dibedakan pada unit pengolahan utama. Alternatif pengolahan

pertama menggunakan Anaerobic Baffle Reactor, dan alternative kedua menggunakan Anaerobic Biofilter. Perbedaan antara alternative pertama dan kedua, yaitu pada alternative pertama digunakan proses anaerobic dengan sistem suspended growth, sedangkan pada unit Anaerobic Biofilter digunakan system Attached Growth dengan media Bioballs. Pemilihan kedua unit utama tersebut didasarkan pada tingginya efisiensi antara kedua unit dalam engolah limbah organic serta operasi dan perawatan yang cenderung mudah untuk diterapkan di TPI Sedati. Denah lokasi IPAL dapat dilihat pada Gambar 2 di lampiran gambar.

## 5.4 Perencanaan Unit Pengolahan

### 5.4.1 Screen

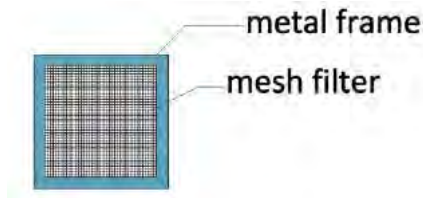
Pada perencanaan ini perlu dipasang screen atau penyaring air limbah. Hal ini dimaksudkan untuk menyaring sisa – sisa bahan bekas pencucian ikan. Sisa bahan yang berpotensi tercampur pada air limbah antara lain sisik ikan, lemak ikan, tulang ikan, dan lain – lain. Penyaring air limbah yang tepat digunakan adalah *stainless steel mesh filter*. Keunggulan dari material ini antara lain tidak mudah berkarat, mudah diaplikasikan, serta memiliki diameter lubang yang beragam. Agar screen air limbah dapat berfungsi dengan maksimal, maka digunakan diameter mesh filter yang sedang. Artinya, diameter mesh dapat menyaring sisa bahan, tapi juga tidak menghambat aliran air limbah. Maka, ditetapkan dimensi *mesh* yang digunakan sebesar 0,05 inch dengan lebar bukaan 0,06 inch.

Screen air limbah diletakkan di saluran influen menuju ke bak ekualisasi. Dimensi *screen* air limbah menyesuaikan dimensi saluran. Sebelum diletakkan di saluran, *mesh filter* harus dipasangkan pada bingkai logam/kayu. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pemasangan mesh filter. Selanjutnya, diatas *mesh filter* dipasang beton penutup sehingga mempermudah perawatan mesh filter. Berdasarkan dimensi eksisting saluran air limbah, maka dapat ditetapkan dimensi mesh filter sebesar :

Lebar = 30 cm

Tinggi = 50 cm

Gambar stainless steel mesh filter dapat dilihat pada Gambar 5.1. Sedangkan gambar detail screen pada saluran dapat dilihat pada gambar 3 di lampiran gambar.



Gambar 5.2 Detail Screen Air Limbah

### 5.4.2 Bak Ekualisasi

#### A. Dimensi Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi berfungsi untuk menyamaratakan debit dan kualitas sebelum menuju ke unit pengolahan selanjutnya. Fluktuasi debit air limbah dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.2 Debit Fluktuasi Air Limbah

Periode jam	Flow (m <sup>3</sup> )	Average (m <sup>3</sup> )	Flow average (m <sup>3</sup> )	Volume kumulatif (m <sup>3</sup> )
00.00 - 01.00	0	0,07	-0,07	-0,14
01.00 - 02.00	0	0,07	-0,07	-0,14
02.00 - 03.00	0	0,07	-0,07	-0,14
03.00 - 04.00	0	0,07	-0,07	-0,14
04.00 - 05.00	0	0,07	-0,07	-0,14
05.00 - 06.00	0	0,07	-0,07	-0,02
06.00 - 07.00	0,12	0,07	0,05	0,10
07.00 - 08.00	0,12	0,07	0,05	0,10
08.00 - 09.00	0,12	0,07	0,05	-0,02
09.00 - 10.00	0,00	0,07	-0,07	-0,14
10.00 - 11.00	0,00	0,07	-0,07	-0,14



Lanjutan Tabel 5.3

Periode jam	Flow (m <sup>3</sup> )	Average (m <sup>3</sup> )	Flow average (m <sup>3</sup> )	Volume kumulatif (m <sup>3</sup> )
11.00 - 12.00	0	0,07	-0,07	-0,14
12.00 - 13.00	0	0,07	-0,07	-0,14
13.00 - 14.00	0	0,07	-0,07	0,14
14.00 - 15.00	0,28	0,07	0,21	0,42
15.00 - 16.00	0,28	0,07	0,21	0,42
16.00 - 17.00	0,28	0,07	0,21	0,14
17.00 - 18.00	0,00	0,07	-0,07	-0,14
18.00 - 19.00	0	0,07	-0,07	-0,14
19.00 - 20.00	0	0,07	-0,07	-0,14
20.00 - 21.00	0	0,07	-0,07	-0,14
21.00 - 22.00	0	0,07	-0,07	-0,14
22.00 - 23.00	0	0,07	-0,07	-0,14
23.00 - 00.00	0	0,07	-0,07	-0,07

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 5.3, dapat dihitung dimensi bak ekualisasi dengan menggunakan volume kumulatif terbesar dan terkecil.

Volume kumulatif terbesar = 0,42 m<sup>3</sup>

Volume kumulatif terkecil = -0,14 m<sup>3</sup>

Setelah didapatkan nilai volume kumulatif terbesar dan terkecil dari debit rata – rata aliran, maka dapat dihitung kapasitas bak ekualisasi, dengan perhitungan sebagai berikut :

Volume bak ekualisasi = 0,42 - (-0,14) = 0,56 m<sup>3</sup>

Ditentukan kedalaman unit = 0,5 m

$$\text{Luas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Tinggi}} = \frac{0,56 \text{ m}^3}{0,5} = 0,76 \text{ m}^2$$

Rasio P : L = 1 : 1

Sehingga, didapatkan dimensi bak ekualisasi yaitu :

Panjang = Lebar = 0,71 m

Tinggi = 0,5 m

Freeboard = 0,3 m

Cek  $td = \frac{p \times l \times t}{\text{debit}} = \frac{0,7 \times 0,7 \times 0,5}{1,2 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,21 \text{ hari} = 5 \text{ jam}$  (memenuhi 4-8 jam)

#### B. Dimensi Pipa Efluen Bak Ekualisasi

Pipa efluen bak ekualisasi merupakan pipa yang digunakan untuk mengalirkan air limbah dari bak ekualisasi ke bak pengendap masing – masing unit.

#### Direncanakan

Debit (Q) = 0,05 m<sup>3</sup>/jam = 0,00001 m<sup>3</sup>/detik

V rencana = 0,5 m/detik

#### Perhitungan Diameter Pipa

$$A = \frac{Q}{v \text{ asumsi}} = \frac{0,00001 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,5 \text{ m}/\text{detik}} = 0,00002 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,00002}{\pi}} = 0,0005 \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

Karena diameter pipa sebesar 5 mm tidak terdapat di pasaran, maka digunakan diameter pipa terkecil yang ada dipasaran, yaitu 22 mm. Kemudian dilakukan pengecekan terhadap luas dan kecepatan didalam pipa.

$$\text{Acek} = 3,14 \times \left(\frac{0,022}{2}\right)^2 = 0,00038 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{cek}} = \frac{Q}{A} = \frac{0,00001 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,00038 \text{ m}^2} = 0,0365 \text{ m}/\text{detik}$$

Detail gambar bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 4 di halaman Lampiran Gambar.

### 5.1.3 Pompa

Pompa digunakan untuk mengalirkan air limbah dari bak ekualisasi menuju ke bak pengendap masing – masing unit pengolahan, baik *Anaerobic Baffle Reactor* maupun *Anaerobic Biofilter*. Pompa yang digunakan merupakan pompa submersible sehingga dapat diletakkan didalam air. Fungsi dari pompa agar air dapat mengalir ke unit selanjutnya karena ketinggian di lokasi TPI Sedati relatif datar.

#### Direncanakan

Hf static= L discharge

$$= 0,5 \text{ m}$$

$$Q = 0,00003 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,3 \text{ L/detik}$$

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Head pompa} = H_{\text{statik}} + hf_{\text{mayor}} + hf_{\text{minor}} + k \frac{v^2}{2g}$$

#### Perhitungan Head Total Pompa

$$\begin{aligned} H_L \text{ mayor} &= \left[ \frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,83} \times L \\ &= \left[ \frac{0,028 \text{ L/s}}{0,00155 \times 120 \times 2,2^{2,63}} \right]^{1,83} \times 0,5 \text{ m} \\ &= 0,026 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Hf \text{ belokan } 90^\circ \rightarrow k = 0,4 \text{ (n = 2 buah)}$$

$$\begin{aligned} Hf \text{ belokan } 90^\circ &= \left( \frac{k \times v_{\text{cek}}^2}{2g} \right) \times n \\ &= \left( \frac{0,4 \times 0,077^2}{2(9,81)} \right) \times 2 \\ &= 0,00024 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Hf \text{ kecepatan (Hv)} = \frac{v_{\text{cek}}^2}{2g} = \frac{0,077^2}{2(9,81)} = 0,0003 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_L \text{ minor} &= Hf \text{ belokan } 90^\circ + Hv \\ &= 0,00024 \text{ m} + 0,0003 \text{ m} \\ &= 0,00054 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hf \text{ sistem} &= H_L \text{ mayor} + H_L \text{ minor} \\ &= 0,026 + 0,00054 \\ &= 0,02654 \approx 0,027 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Head total} = Hf \text{ static} + Hf \text{ sistem}$$

$$\begin{aligned} &= 0,5 \text{ m} + 0,027 \text{ m} \\ &= 0,527 \text{ m} \approx 0,53 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan besar head pompa, maka jenis pompa yang tepat digunakan adalah pompa Aquila P1000. Gambar pompa dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Pompa air Merk Aquila P1000

Merk Aquila Type P1000

Power : 6 watt

Height max. : 0,5 meter

Max. Output : 400 L/H

#### 5.1.4 *Anaerobic Baffle Reactor*

Perhitungan dimensi *Anaerobic Baffle Reactor* didasarkan pada kriteria desain unit ABR menurut Sasse, (1998) antara lain :

- Upflow Velocity = <2 m/jam
- Rasio SS/COD = 0,35 - 0,45
- Panjang = 50-60% tinggi
- Organic Loading = < 3 kg COD/m<sup>3</sup>.hari
- HRT = >8 jam

Pada perencanaan ini, perhitungan *Anaerobic Baffle Reactor* berdasarkan spreadsheet DEWATS (BORDA,1998) yang menggunakan program Microsoft Excel.

## A. Perhitungan Tangki Pengendap ABR

### Perhitungan Dimensi Bak Pengendap

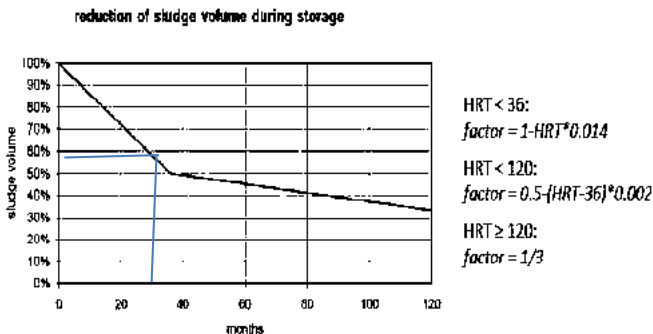
#### Ditentukan

Debit	= 1,2 m <sup>3</sup> /hari
Periode pengurasan	= 1 tahun
Kadar solid lumpur	= 2% (Kriteria desain = 2-5%)
HRT tangki pengendap	= 2 jam
TSS	= 280 mg/L
	= 0,28 kg/m <sup>3</sup>
Lebar	= 0,5 m
Kedalaman	= 0,7 m
Freeboard	= 0,3 m
Panjang	= 1,2 m

#### Dihitung :

$$\begin{aligned}\text{Akumulasi lumpur} &= 0,005 \times (0,5 - (\text{interval pengurasan} - 36)) \times 0,002 \\ &= 0,005 \times (0,5 - (24 - 36)) \times 0,002 \\ &= 0,0032 \text{ L/Kg.BOD}\end{aligned}$$

$$\text{Volume bak pengendap} = 0,6 \text{ m}^3$$



Gambar 5.4 Reduksi Lumpur berdasarkan waktu pengurasan

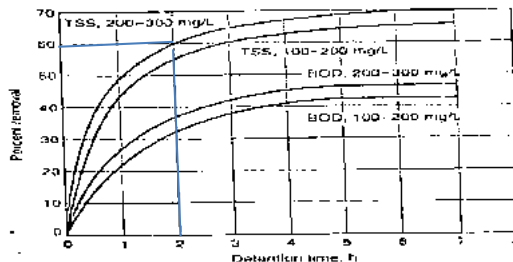
Sumber : Sasse, 1998

Perhitungan prosentase removal TSS berdasarkan grafik hubungan waktu detensi dengan prosentase removal TSS. Maka nilai TSSremoval adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TSSremoval} &= \% \text{TSS removal} \times \text{TSS influen} \times \text{debit} \\ &= 60\% \times 280 \text{ mg/L} \\ &= 168 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa TSSremoval} &= \% \text{TSS removal} \times \text{TSS influen} \times \text{debit} \\ &= 182 \text{ mg/L} \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,3 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume lumpur} &= \text{Massa TSSremoval} / \text{densitas lumpur} \\ &= 0,3 \text{ kg/hari} / 1,08 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Waktu Detensi dengan Prosentase Removal

Sumber : Metcalf and Eddy, 1998

Volume lumpur pada unit didapatkan berdasarkan persamaan kesetimbangan massa, dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

$$Q_1 = 1,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$C1 = 280 \text{ mg/L} = 0,28 \text{ kg/m}^3$$

$$Q2 = 1,033 \text{ kg/L} = 1033 \text{ kg/m}^3$$

$$Q3 = Q1 - Q2$$

$$= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} - Q2$$

$$C3 = 40\% \times 0,28 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,112 \text{ kg/m}^3$$

$$Q2 = \frac{Q_1 Q_1 \times Q_1 Q_1}{C_2}$$

$$Q2 = \frac{1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,28 \text{ kg}/\text{hari} - \left( (1,2 \text{ m}^3/\text{hari} - Q_2) \times 0,112 \text{ kg}/\text{m}^3 \right)}{1,033 \text{ kg}/\text{L}}$$

$$Q2 = \frac{0,336 \text{ kg}/\text{hari} - 0,1344 \text{ kg}/\text{hari} + 0,112 \text{ kg}/\text{m}^3 Q_2}{1033 \text{ kg}/\text{m}^3}$$

$$1033 \text{ kg/m}^3 Q2 - 0,112 \text{ kg/m}^3 Q2 = 0,2016 \text{ kg}/\text{hari}$$

$$1032,88 \text{ kg/m}^3 Q2 = 0,2016 \text{ kg}/\text{hari}$$

$$Q2 = \frac{0,2016 \text{ kg}/\text{hari}}{1032,88 \text{ kg}/\text{m}^3} = 0,0002 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka didapatkan volume lumpur yang terbentuk ( $Q_2$ ) sebesar 0,0002 m<sup>3</sup>/hari. Kemudian ditentukan waktu pengurasan selama satu tahun, maka volume lumpur selama satu tahun adalah :

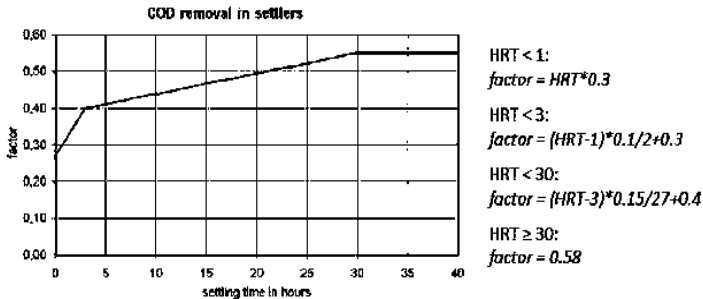
$$0,0002 \text{ m}^3/\text{hari} \times 365 \text{ hari} = 0,07 \text{ m}^3$$

### **Prosentase Removal Tangki Pengendap**

Prosentase removal COD pada tangki pengendap didapatkan dari grafik hubungan factor COD dengan waktu detensi. Ditentukan waktu detensi di bak pengendap selama 6 jam. Maka dapat dihitung factor removal COD dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Faktor} = (6 \text{ jam} - 3) \times 0,15 / 27 + 0,4$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,416667 \approx 0,42 \\
 \text{Persen removal COD} &= (\text{Rasio SS/COD} \times \text{faktor removal}) / 0,6 \\
 &= (0,4 \times 0,42) / 0,6 \\
 &= 27,78\% \approx 28\%
 \end{aligned}$$



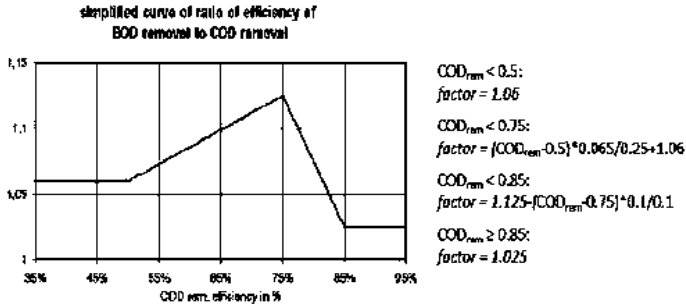
Gambar 5.6 Grafik faktor Penyisihan COD di Bak Pengendap

Sumber : Sasse, 1998

$$\begin{aligned}
 \text{CODefluen} &= \text{COD influen} - (\text{COD influen} \times \\
 &\quad \text{\%COD removal}) \\
 &= 1443 \text{ mg/L} - (1443 \text{ mg/L} \times 28\%) \\
 &= 1042,2 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Prosentase removal BOD dihitung berdasarkan grafik efisiensi removal BOD pada removal COD. Pada gambar 5.6, didapatkan keterangan jika faktor CODremoval kurang dari 1,06, maka factor removal BOD sebesar 1,06. Berikut grafik efisiensi removal BOD berdasarkan removal COD :





Gambar 5.7 Grafik faktor Efisiensi BODremoval Berdasarkan  
CODremoval

Sumber : Sasse, 1998

Persen Removal BOD	=	1,06 x 28%
	=	29%
BODefluen	=	BOD influen - (BOD influen x %BOD removal)
	=	894 mg/L - (894 mg/L x 29%)
	=	630,76 mg/L ≈ 630,8 mg/L

## B. Perhitungan Dimensi Kompartemen ABR

### Diketahui

Q air limbah	=	1,2 m <sup>3</sup> /hari
BODinfluen	=	630,8 mg/L
CODinfluen	=	1042,2 mg/L
TSSinfluen	=	182 mg/L

### Ditentukan

Waktu Pengaliran	=	24 jam
Rasio SS/COD	=	0,4
Suhu air limbah	=	30 C
Waktu pengurasan	=	24 bulan
Lebar	=	0,5 m
Kedalaman ABR	=	Kedalaman pipa outlet
	=	1 m

Jumlah kompartemen = 4 kompartemen  
Lebar downflow = 0,25 m

### Perhitungan

Panjang Tangki ABR = 60% x kedalaman ABR  
= 60% x 1 m  
= 0,6 m

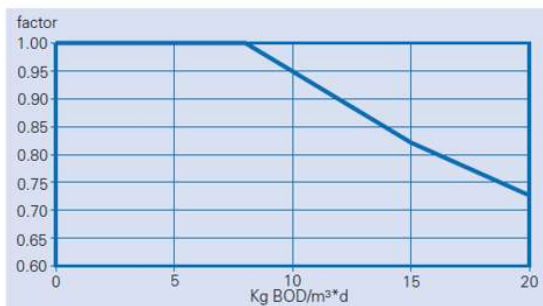
Volume kompartemen = (Lebar downflow + panjang komp) x n komp x kedalaman outlet x lebar komp  
= 0,25 + 0,6) x 4 x 1 x 0,5  
= 1,7 m<sup>3</sup>

Setelah mendapatkan dimensi kompartemen ABR, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan prosentase removal dari BOD, COD, dan TSS.

Nilai efisiensi COD didapatkan dari perhitungan faktor penurunan COD di ruang kompartemen berikut:

- Faktor overload = 1 (beban BOD5 per hari <5)  
Beban BOD = 0,894 kg/m<sup>3</sup>.

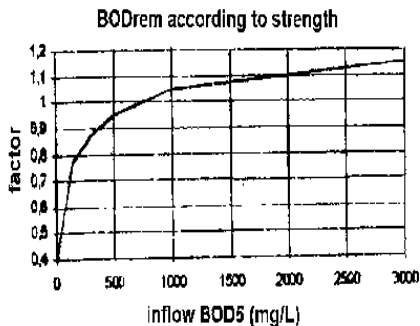
Nilai *factor overload* = 1



Gambar 5.8 Grafik faktor Penyisihan BOD berdasarkan overloading organic ABR

Sumber : Sasse, 1998

- Faktor strength  
 Faktor Strength =  $(630,8-500) \times 0,1/500 + 0,95$   
 = 0.98

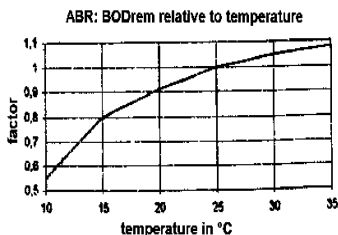


$BOD_5 < 150 \text{ mg/L:}$   
 $factor = BOD_5 \cdot 0.37/150 + 0.4$   
 $BOD_5 < 300 \text{ mg/L:}$   
 $factor = (BOD_5 - 150) \cdot 0.1/150 + 0.77$   
 $BOD_5 < 500 \text{ mg/L:}$   
 $factor = (BOD_5 - 300) \cdot 0.08/200 + 0.87$   
 $BOD_5 < 1000 \text{ mg/L:}$   
 $factor = (BOD_5 - 500) \cdot 0.1/500 + 0.95$   
 $BOD_5 < 3000 \text{ mg/L:}$   
 $factor = (BOD_5 - 1000) \cdot 0.1/2000 + 1.05$   
 $BOD_5 \geq 3000 \text{ mg/L:}$   
 $factor = 1.15$

Gambar 5.9 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Strength

Sumber : Sasse, 2009

- Faktor Temperatur  
 Temperature =  $(30-30) \times 0.03/5 + 1.05$   
 = 1.05

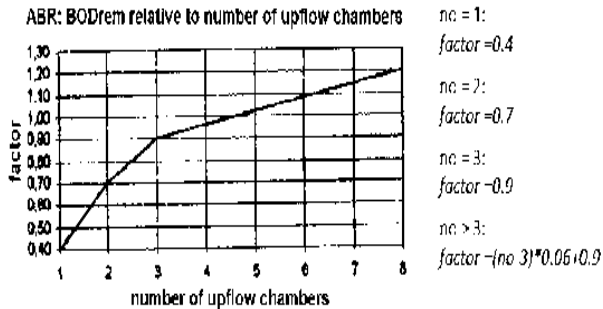


$temp < 15 \text{ °C:}$   
 $factor = (temp-10) \cdot 0.25/5 + 0.55$   
 $temp < 20 \text{ °C:}$   
 $factor = (temp-15) \cdot 0.11/5 + 0.8$   
 $temp < 25 \text{ °C:}$   
 $factor = (temp-20) \cdot 0.09/5 + 0.91$   
 $temp < 30 \text{ °C:}$   
 $factor = (temp-25) \cdot 0.05/5 + 1$   
 $temp \geq 30 \text{ °C:}$   
 $factor = (temp-30) \cdot 0.03/5 + 1.05$

Gambar 5.10 Grafik faktor Penyisihan BOD dengan Faktor Suhu

Sumber : Sasse, 1998

- Faktor Jumlah kompartemen  
 Jumlah kompartemen = 4 buah.  
 Nilai factor =  $(4-3) \times 0,06 + 0,9$   
 = 0,96

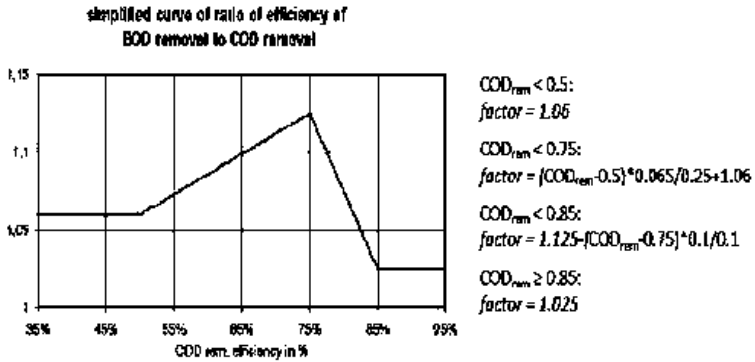


Gambar 5.11 Grafik faktor Jumlah Kompartemen

Sumber : Sasse, 1998

$$\begin{aligned}
 \text{CODremoval} &= \text{Faktor Temperatur} \times \text{Faktor strength} \times \text{Faktor kompartemen} \\
 &= 1,05 \times 0,98 \times 0,96 \times 1 \\
 &= 98\% = 0,98 \\
 \text{CODremoval komp} &= (0,98 * (1 - 0,37 * ((0,98) - 0,8))) \\
 &= 0,92 = 92\% \\
 \text{CODefluen komp} &= (1 - 0,92) * 1042,2 \text{ mg/L} \\
 &= 86,5 \text{ mg/L} \\
 \text{Total Removal COD} &= 1 - (86,5 \text{ mg/L} / 1443 \text{ mg/L}) \\
 &= 0,94 = 94\%
 \end{aligned}$$

Sedangkan total prosentase BOD, didapatkan berdasarkan grafik efisiensi rasio BODremoval dengan CODremoval pada Gambar 5.11. Berdasarkan grafik tersebut, nilai factor yang didapatkan sebesar 1,025.



Gambar 5.12 Rasio Efisiensi Removal COD dan BOD

Sumber : Sasse, 1998

$$\begin{aligned} \text{Total Removal BOD} &= 1,025 \times 94\% \\ &= 96\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD}_{\text{effluen komp}} &= (1 - 0,96) \times 894 \text{ mg/L} \\ &= 32,6 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR cek} &= Q \times \text{BOD}_{\text{influen komp}} \times 24 / \text{Volume total komp} / 1000 \\ &= 0,05 \text{ m}^3/\text{jam} \times 630,8 \text{ mg/L} \times 24 / 1,7 \text{ m}^3/1000 \\ &= 0.4 \text{ kg/m}^3.\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HRT cek} &= \text{Volume total komp} / Q / 24 \\ &= 1,7 \text{ m}^3 / 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \\ &= 34 \text{ jam} \end{aligned}$$

### Produksi Biogas

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{COD}_{\text{influen}} &= 1443 \text{ mg/L} \\ &= 1443 \text{ g/m}^3 \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1731,6 \text{ g/hari} \\ &= 1,731 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{COD removal} &= 94\% \\
\text{CODefluen} &= 0,05 \times 1,731 \text{ kg/hari} \\
&= 0,104 \text{ kg/hari} \\
\text{CODused} &= 0,94 \times 1,731 \text{ kg/hari} \\
&= 1,63 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

$$\text{Biomassa synthesis yield} = (1,63 \text{ kg/hari} \times 1000 \text{ g/hari}) \times 0,04 \text{ g VSS}$$

$$= 65,2 \text{ g/hari (Department of Civil}$$

Engineering, 2014)

$$\text{COD corresponding to biomass} = 65,2 \text{ g/hari} \times 1,42 \text{ g COD/g VSS}$$

$$= 0,092 \text{ kg/hari}$$

$$\text{CODinfluen} = \text{CODefluen} + \text{CODVSS}(\text{biomassa}) + \text{CODmethane}$$

$$\text{CODmethane} = \text{CODinfluen} - (\text{CODefluen} + \text{CODVSS}(\text{biomassa}))$$

$$= 1,731 \text{ kg/hari} - (0,104 + 0,092)$$

$$= 1,535 \text{ kg/hari}$$

Diketahui 64 g COD berasal dari 1 mol CH<sub>4</sub>, maka 1,535 kg/hari COD dihasilkan dari =

$$(1 \text{ mol CH}_4/64) \times 1,535 \text{ kg/hari} = 0,024 \text{ mol CH}_4/\text{hari}$$

(Department of Civil Engineering, 2014)

Diketahui pada keadaan standar (temperature 273 K dan tekanan 1 atm, 1 mol gas sama dengan 22,4 liter volume). Selanjutnya, dihitung volume gas metan pada suhu 30 C dan tekanan 1 atm :

$V/T = \text{konstan}$  (karena tekanan konstan pada 1 atm)

$$(22,4/273) = (V_2/(273+30))$$

$$V_2 = 24,9 \text{ L/mol}$$

Maka, pada proses biologis menghasilkan 0,024 mol gas metan/hari, mengindikasikan sebesar 24,9 liter/hari

## Penyisihan Polutan Organik

Tabel 5.4 Prosentase Penyisihan Alternatif 1

Parameter	Konsentrasi	Bak Pengendap		Bak ABR		Baku Mutu
		Removal	Efluen	Removal	Efluen	
BOD	894 mg/L	29%	630,8	96%	32,6	50
COD	1443 mg/L	28%	1042,2	94%	62,5	100
TSS	280 mg/L	60%	112	-	-	200

Detail Gambar Unit *Anaerobic Baffle Reactor* dapat dilihat pada Lampiran Gambar No. 5, 6, dan 7. Berdasarkan perhitungan, maka didapatkan diameter unit *Anaerobic Baffle Reactor* adalah :

- Tangki Pengendap
    - Panjang = 1,2 m
    - Lebar = 0,5 m
    - Tinggi = 1 m
    - Freeboard = 0,3 m
  - Kompartemen ABR
    - Panjang = 0,6 m
    - Lebar = 0,5 m
    - Tinggi = 1 m
    - Freeboard = 0,3 m
- Jumlah kompartemen = 4 kompartemen

### B. Mass Balance Unit

Perhitungan kesetimbangan massa pada unit *Anaerobic Baffle Reactor* dibutuhkan untuk mengetahui besar massa yang keluar dari setiap unit. Pehitungan mass balance adalah sebagai berikut:

Influen

$$\text{BODinfluen} = 894 \text{ mg/L} = 0.894 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{MBOD} = Q \times [\text{BOD}]$$

$$= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0.894 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,07 \text{ kg/hari} \\
 \text{CODinfluen} &= 1443 \text{ mg/L} = 1.443 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{MCOD} &= Q \times [\text{COD}] \\
 &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1,443 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 1,73 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSSinfluen} &= 280 \text{ mg/L} = 0.28 \text{ kg/m}^3 \\
 &= Q \times [\text{TSS}] \\
 &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0.28 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,336 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

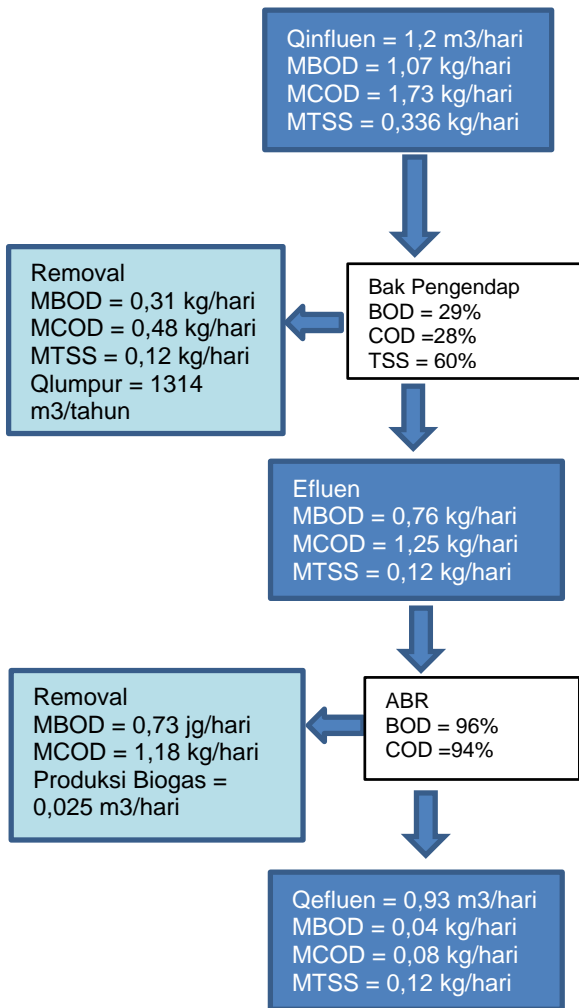
#### Tangki Pengendap

$$\begin{aligned}
 \text{BODinfluen} &= 1,07 \text{ kg/hari} \\
 \text{BODremoval} &= 29\% \times \text{MBOD} \\
 &= 29\% \times 1,07 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,31 \text{ kg/hari} \\
 \text{BODefluen} &= \text{MBOD influen} - \text{MBOD removal} \\
 &= 1,07 \text{ kg/hari} - 0,31 \text{ kg/hari} = 0,76 \text{ kg/hari} \\
 \text{CODinfluen} &= 1,73 \text{ kg/hari} \\
 \text{CODremoval} &= 28\% \times \text{MCOD} \\
 &= 28\% \times 1,73 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,48 \text{ kg/hari} \\
 \text{CODEfluen} &= \text{MCOD influen} - \text{MCOD removal} \\
 &= 1,73 \text{ kg/hari} - 0,48 \text{ kg/hari} \\
 &= 1,25 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSSinfluen} &= 0,336 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSSremoval} &= 60\% \times \text{MTSS}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= 60\% \times 0,336 \text{ kg/hari} \\
&= 0.22 \text{ kg/hari} \\
\text{TSSefluen} &= \text{M COD influen} - \text{M COD removal} \\
&= 0.336 \text{ kg/hari} - 0.22 \text{ kg/hari} \\
&= 0.12 \text{ kg/hari} \\
\text{Reaktor ABR} & \\
\text{BODinfluen} &= 0,76 \text{ kg/hari} \\
\text{BODremoval} &= 96\% \times \text{MBOD} \\
&= 96\% \times 0,76 \text{ kg/hari} \\
&= 0,73 \text{ kg/hari} \\
\text{BODefluen} &= \text{MBOD influen} - \text{MBOD removal} \\
&= 0,76 \text{ kg/hari} - 0,73 \text{ kg/hari} \\
&= 0.04 \text{ kg/hari} \\
\text{CODinfluen} &= 1,25 \text{ kg/hari} \\
\text{CODremoval} &= 94\% \times \text{M COD} \\
&= 94\% \times 1,25 \text{ kg/hari} \\
&= 1,18 \text{ kg/hari} \\
\text{CODefluen} &= \text{M COD influen} - \text{M COD removal} \\
&= 1,25 \text{ kg/hari} - 1,18 \text{ kg/hari} \\
&= 0,08 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Diagram kesetimbangan massa pada alternatif unit Anaerobic Baffle Reactor dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.13 Diagram Kesetimbangan Massa Alternatif Pengolahan 2

### 5.1.5 Anaerobic Biofilter

#### A. Dimensi Anaerobic Biofilter

Perhitungan dimensi unit *Anaerobic Biofilter* berdasarkan kriteria unit yang diterapkan oleh Sasse, (1998), antara lain :

- Organic loading : 4 - 5 Kg COD/m<sup>3</sup>.hari
- HRT di bak pengendap : 2 jam
- HRT di *Anaerobic Biofilter* : 24-48 jam
- BOD removal : 70-90%
- Rasio SS/COD : 0,35-0,45
- Luas spesifik media : 200-240 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>
- Upflow velocity : < 2 m/jam

#### Diketahui

Q air limbah	= 1,2 m <sup>3</sup> /hari
BODinfluen	= 894 mg/L
CODinfluen	= 1443 mg/L
TSSinfluen	= 280 mg/L

#### Ditentukan

Suhu pengolahan	= 30 C
Waktu pengaliran	= 12 jam
Pengurasan lumpur	= 24 bulan
Td bak pengendap	= 2 jam
Luas permukaan filter	= 200 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Td <i>Anaerobic Biofilter</i>	= 48 jam
Rasio SS/COD	= 0,4
Porositas media	= 91% (Said,2005)
HRT Anaerobic Biofiler	= 48 jam

#### Perhitungan Efluen BOD dan COD

$$Q \text{ tiap jam} = Q \text{ air limbah} / \text{waktu pengaliran}$$

$$= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} / 12 \text{ jam}$$

$$= 0,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Rasio COD/BOD} = \text{CODinflen} / \text{BODinflen}$$

$$= 1443 \text{ mg/L} / 894 \text{ mg/L} = 1,61$$

$$\text{COD removal bak pengendap} = \text{rasio SS/COD} / 0,6 \times (\text{HRT}-1) \times 0,1 / 2 + 0,3$$

$$= 1,06 / 0,6 \times (2-1) \times 0,1 / 2 + 0,3 = 23\%$$

Perhitungan COD removal pada bak pengendap berkaitan dengan Gambar 5.16.

$$\text{BOD removal bak pengendap} = \text{Rasio BODrem/CODrem} \times \text{COD removal bak pengendap}$$

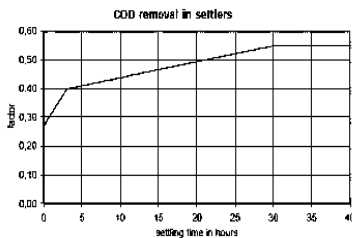
$$= 1,06 \times 23\% = 25\%$$

$$\text{CODinflen di ABF} = \text{CODinflen} \times (1 - \text{CODremoval bak pengendap})$$

$$= 1443 \text{ mg/L} \times (1 - 23\%) = 1106 \text{ mg/L}$$

$$\text{BODinflen di ABF} = \text{BODinflen} \times (1 - \text{BODremoval bak pengendap})$$

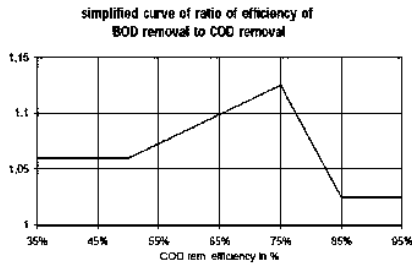
$$= 894 \text{ mg/L} \times (1 - 25\%) = 673 \text{ mg/L}$$



Gambar 5.14 Grafik COD Removal pada Bak Pengendap ABF

Sumber : Sasse, 1998

Rasio BODrem/CODrem pada perhitungan BOD removal bak pengendap ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 5.17. Dengan nilai COD removal sebesar 23%, maka nilai rasio BODrem/CODrem sebesar 1,06

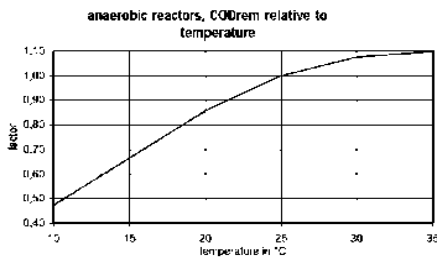


Gambar 5.15 Grafik Hubungan Efisiensi Removal BOD dan COD Bak Pengendap ABF

Sumber : Sasse, 1998

Berdasarkan Sasse (1998), Efisiensi penyisihan pada unit *Anaerobic Biofilter* dihitung berdasarkan empat faktor, antara lain:

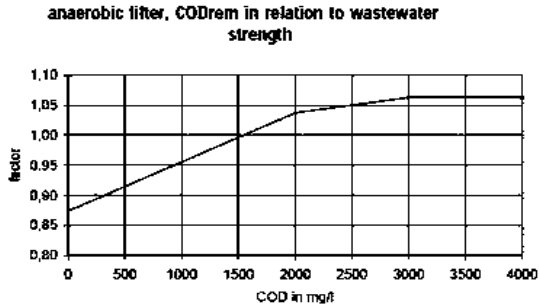
- e. F-temp (faktor temperature/suhu)  
 Suhu pengolahan = 30 C,  
 f-temp = 1,1



Gambar 5.16 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Temperatur pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

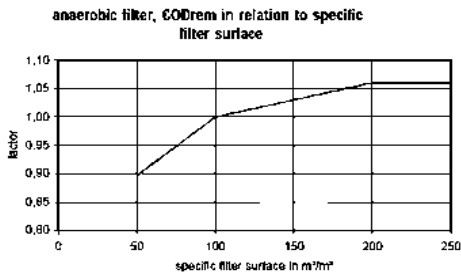
- f. F-strength  
 CODinfluen di ABF = 1106 mg/L  
 Nilai f-strength = 0,96.



Gambar 5.17 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Kualitas Air Limbah pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

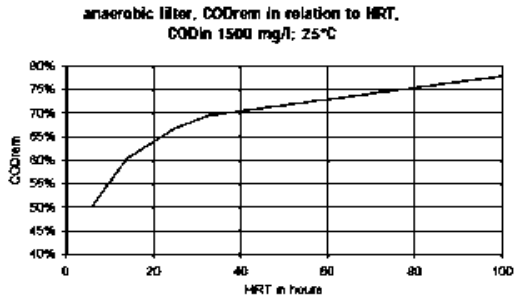
- g. F-surface  
 Luas spesifik media *Bioball* = 200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>,  
 Nilai f-surface = 1,06



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Luas Permukaan Media pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

- h. F-HRT  
 HRT = 48 jam  
 f-HRT = 0,72 = 72%



Gambar 5.19 Grafik Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Nilai Hydraulic Retention Time (HRT) pada *Anaerobic Biofilter*

Sumber : Sasse, 1998

$$\begin{aligned} \text{CODremoval ABF} &= f\text{-temp} \times f\text{-strenght} \times f\text{-surface} \times f\text{-HRT} \times \\ & \quad (1 + (\text{jumlah kompartemen} \times 0,04)) \\ &= 1,1 \times 0,96 \times 1,06 \times 0,72 \times (1 + (4 \times 0,04)) \\ &= 94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CODefluen ABF} &= \text{CODinflen di ABF} \times (1 - \text{CODremoval ABF}) \\ &= 1106 \text{ mg/L} \times (1 - 94\%) \\ &= 67 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CODremoval Total} &= 1 - (\text{CODefluen ABF} / \text{CODinflen}) \\ &= 1 - (67 \text{ mg/L} / 1443 \text{ mg/L}) \\ &= 95\% \end{aligned}$$

Rasio penyisihan BOD/COD = Berdasarkan grafik, dengan nilai penyisihan 93%, maka nilai faktor penyisihan BOD sebesar 1,03

BODremoval Total = CODremoval Total x rasio penyisihan BOD/COD  
= 95% x 1,03  
= 98%

BODefluen ABF = BODinfluen x (1-BODremoval Total)  
= 894 mg/L x (1-98%)  
= 20 mg/L

### **Perhitungan Dimensi Bak Pengendap**

#### **Ditentukan :**

Lebar dalam = 0,5 m

Hair pada inlet = 1 m

#### **Dihitung :**

Akumulasi lumpur =  $0,005 \times (0,5 - (\text{interval pengurasan} - 36)) \times 0,002$   
=  $0,005 \times (0,5 - (24 - 36)) \times 0,002$   
= 0,0032 L/Kg.BOD

Volume bak pengendap = 0,83 m<sup>3</sup>

Panjang bak pertama =  $\frac{2}{3} \times \text{volume bak pengendap} / \text{lebar dalam} / \text{Hair pada inlet}$   
=  $\frac{2}{3} \times 0,83 / 0,5 / 1$   
= 1,1 m

Panjang bak kedua = panjang bak pertama / 2



$$= 1,1 / 2 = 0,6 \text{ m}$$

Volume aktual bak pengendap = (panjang bak pertama + panjang bak kedua) x lebar dalam x Hari pada inlet

$$= (1,1 + 0,6) \times 0,5 \times 1$$

$$= 0,85 \text{ m}^3$$

Perhitungan prosentase removal TSS berdasarkan grafik hubungan waktu detensi dengan prosentase removal TSS. Maka nilai TSSremoval adalah sebagai berikut :

TSSremoval = %TSS removal x TSS influen x debit

$$= 60\% \times 280 \text{ mg/L}$$

$$= 182 \text{ mg/L}$$

Massa TSSremoval = %TSS removal x TSS influen x debit

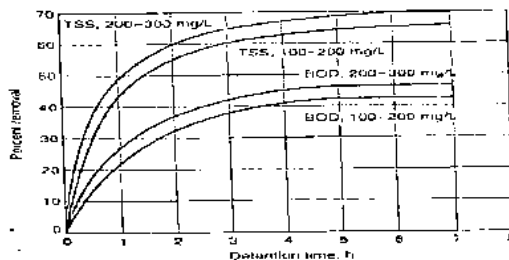
$$= 182 \text{ mg/L} \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,3 \text{ kg/hari}$$

Volume lumpur = Massa TSSremoval / densitas lumpur

$$= 0,3 \text{ kg/hari} / 1,08 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,27 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 5.20 Grafik Hubungan Waktu Detensi dengan Prosentase Removal

Sumber : Metcalf and Eddy, 1998

## **Perhitungan Dimensi Anaerobic Biofilter**

Ditentukan :

- Kedalaman = 1 m  
Panjang tiap kompartemen = 1 m  
Jumlah kompartemen = 4 buah  
Ruang di bawah media = 0,2 m  
Ketinggian media filter = 0,35 (40 cm dibawah muka air)

Dihitung :

- Volume tangki ABF =  $HRT \times Q / 24$   
=  $48 \text{ jam} \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} / 24$   
=  $2,4 \text{ m}^3$
- Lebar kompartemen =  $\text{volume tangki} / \text{jumlah kompartemen} / ((1/4 \times \text{kedalaman}) + (\text{panjang tiap kompartemen} \times (\text{kedalaman} - \text{ketinggian media} \times (1 - \text{porositas media}))))$   
=  $2,4 \text{ m}^3 / 4 / ((1/4 \times 1) + (1 \times (1,5 - 0,35 \times (1 - 91\%))))$   
= 0,5 m

## **Produksi Biogas**

Pada perhitungan produksi biogas, diasumsikan perhitungan sebesar 70% dari COD yang tersisih menjadi gas CH<sub>4</sub>, setiap kg COD yang tersisih menghasilkan 350 Liter gas metan dan sebesar 50% dari gas metan tersebut larut. (Sasse, 1998)

- Efluen bak pengendap =  $(\text{CODinfluen} - \text{CODinfluen di ABF}) \times Q \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5$   
 $(1443 \text{ mg/L} - 1106 \text{ mg/L}) \times 1,2$   
=  $\text{m}^3/\text{hari} \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5$

$$\begin{aligned}
 &= 0,1 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Efluen Anaerobic Biofilter} &= (\text{CODinfluen di ABF} - \text{CODeflue di ABF}) \times Q \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5 \\
 &= (1106 \text{ mg/L} - 67 \text{ mg/L}) \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 1106 \times 0,35 / 1000 / 0,7 \times 0,5 \\
 &= 0,31 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Total produksi biogas} &= \text{Efluen bak pengendap} + \text{efluen Anaerobic Biofilter} \\
 &= 0,1 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,31 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,41 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### **Cek OLR dan upflow velocity**

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \text{CODinfluen di ABF} \times Q_{\text{peak}} / 1000 / (\text{ketinggian media} \times \text{lebar kompartemen} \\
 &\quad \times \text{panjang tiap kompartemen} \times \text{porositas media} \times \text{jumlah kompartemen}) \\
 &= 1106 \text{ mg/L} \times 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} / 1000 / (0,35 \times 0,5 \times 1 \times 91\% \times 4) \\
 &= 2,12 \text{ kg/m}^3.\text{hari} \text{ (memenuhi } < 4,5 \text{ kg/m}^3.\text{hari)} \\
 \text{Upflow velocity (Vup)} &= Q_{\text{peak}} \text{ tiap jam} / (\text{lebar kompartemen} \times \text{panjang kompartemen} \times \text{porositas media}) \\
 &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} / (0,5 \times 1 \times 91\%) = 0,22 \text{ m/jam}
 \end{aligned}$$

## Penyisihan Polutan Organik

Tabel 5.5 Prosentase Penyisihan Alternatif 1

Parameter	Konsentrasi	Bak Pengendap		Bak ABR		Baku Mutu
		Removal	Efluen	Removal	Efluen	
BOD	894 mg/L	25%	673	98%	20	50
COD	1443 mg/L	23%	1106	95%	67	100
TSS	280 mg/L	60%	112	-	-	200

Detail gambar unit *Anaerobic Biofilter* dapat dilihat pada lampiran Gambar dengan nomor gambar 8,9,10. Berdasarkan perhitungan, maka didapatkan dimensi total unit ABF adalah :

- Tangki Pengendap I  
Panjang = 1,1  
Lebar = 0,5 m  
Tinggi = 1,1 m  
Freeboard = 0,3 m
  - Tangki Pengendap II  
Panjang = 0,6  
Lebar = 0,5 m  
Tinggi = 1,1 m  
Freeboard = 0,3 m
  - Kompartemen ABR  
Panjang = 1,3 m  
Lebar = 0,5 m  
Tinggi = 1,1 m  
Freeboard = 0,3 m
- Jumlah kompartemen = 4 kompartemen

### B. Mass Balance Unit

Perhitungan kesetimbangan massa pada unit *Anaerobic Biofilter* dibutuhkan untuk mengetahui besar massa yang keluar dari setiap unit. Perhitungan mass balance adalah sebagai berikut:

Influen

$$Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{MBOD} &= Q \times [\text{BOD}] \\ &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,894 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,07 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MCOD} &= Q \times [\text{COD}] \\ &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1,443 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,73 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTSS} &= Q \times [\text{TSS}] \\ &= 1,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,28 \text{ kg/m}^3 = 0,336 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### Bak Pengendap

Efisiensi Removal COD = 23%

Efisiensi Removal BOD = 25%

Efisiensi Removal TSS = 60%

$$\text{BODinfluen} = 1,07 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{BODremoval} &= 25\% \times \text{MBOD} \\ &= 25\% \times 1,07 \text{ kg/hari} \\ &= 0,27 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BODefluen} &= \text{MBOD influen} - \text{MBOD removal} \\ &= 1,07 \text{ kg/hari} - 0,27 \text{ kg/hari} \\ &= 0,8 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{CODinfluen} = 1,73 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{CODremoval} &= 23\% \times \text{MCOD} \\ &= 23\% \times 1,73 \text{ kg/hari} \\ &= 0,4 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{CODefluen} &= \text{MCOD influen} - \text{MCOD removal} \\
&= 1,73 \text{ kg/hari} - 0,4 \text{ kg/hari} \\
&= 1,33 \text{ kg/hari} \\
\text{TSSinfluen} &= 0,7 \text{ kg/hari} \\
\text{TSSremoval} &= 60\% \times \text{MTSS} \\
&= 60\% \times 0,336 \text{ kg/hari} = 0,2 \text{ kg/hari} \\
\text{TSSefluen} &= \text{MTSS influen} - \text{MTSS removal} \\
&= 0,336 \text{ kg/hari} - 0,2 \text{ kg/hari} \\
&= 0,136 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

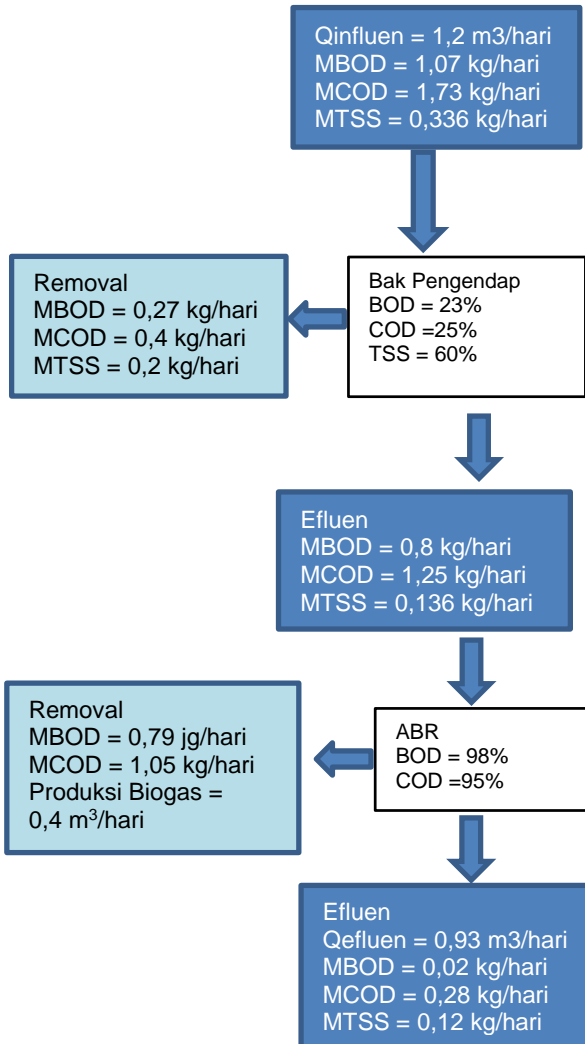
#### *Anaerobic Biofilter*

Efisiensi Removal COD = 95%

Efisiensi Removal BOD = 98%

$$\begin{aligned}
\text{BODinfluen} &= 0,8 \text{ kg/hari} \\
\text{BODremoval} &= 98\% \times \text{MBOD} \\
&= 98\% \times 0,8 \text{ kg/hari} \\
&= 0,79 \text{ kg/hari} \\
\text{BODefluen} &= \text{MBOD influen} - \text{MBOD removal} \\
&= 0,8 \text{ kg/hari} - 0,79 \text{ kg/hari} \\
&= 0,02 \text{ kg/hari} \\
\text{CODinfluen} &= 1,33 \text{ kg/hari} \\
\text{CODremoval} &= 95\% \times \text{MCOD} \\
&= 95\% \times 1,33 \text{ kg/hari} \\
&= 1,05 \text{ kg/hari} \\
\text{CODefluen} &= \text{MCOD influen} - \text{MCOD removal} \\
&= 1,33 \text{ kg/hari} - 1,05 \text{ kg/hari} = 0,28 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Diagram kesetimbangan massa pada alternatif unit Anaerobic Biofilter dapat dilihat pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Diagram Kesetimbangan Massa Alternatif Pengolahan 2

### 5.1.6 Perhitungan Jumlah Pipa Kompartemen

Penentuan jumlah pipa antar kompartemen didapatkan dari hasil perhitungan dengan melibatkan perbandingan volume pipa pada kompartemen dengan debit yang diketahui.

#### Ditentukan

Q	= 1,2 m <sup>3</sup> /hari = 1,4 x 10 <sup>-5</sup> m/detik
Percepatan gravitasi	= 9,81 m/s <sup>2</sup>
Diameter pipa	= 32 mm
Jumlah pipa	= 3 buah
Panjang pipa	= 0,4 m

#### Perhitungan

$$\begin{aligned}\text{Luas pipa} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,032^2 \\ &= 8,03 \times 10^{-4} \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V pipa} &= \text{Luas pipa} \times \text{panjang pipa} \\ &= 9,5 \times 10^{-3} \text{m}^2 \times 0,4 \text{ m} \\ &= 3,2 \times 10^{-5} \text{m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, volume pipa yang didapatkan sebesar 0,0114 m<sup>3</sup>, sehingga jika dibandingkan dengan debit yang mengalir, yaitu sebesar 1,4 x 10<sup>-5</sup> m/detik, maka jumlah pipa memenuhi.

### 5.1.7 Profil Hidrolis

#### A. Anaerobic Baffle Reactor



### **Ruang pengendap**

Headloss kecepatan

$$P (b) = 1,2 \text{ m}$$

$$L (y) = 0,5 \text{ m}$$

$$R = \frac{b \times y}{b + 2y}$$

$$= \frac{1,2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}}{1,2 \text{ m} + (2 \times 0,5 \text{ m})} = 0,3 \text{ m}$$

$$f = 1,5 \times \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{4R} \right)$$

$$= 0,031$$

$$H_f = f \times \frac{L}{4R} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,000078 \text{ m}$$

Headloss jatuhan

$$L \text{ jatuhan} = 0,5 \text{ m}$$

$$H_f = \left( \frac{v \times n}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L$$

$$= 0,0121 \text{ m}$$

Headloss belokan

$$L \text{ belokan} = 1 \text{ m}$$

$$H_f = \left( \frac{v \times n}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L$$

$$= 0,024 \text{ m}$$

### **Kompartemen**

$$P (b) = 0,6 \text{ m}$$

$$L (y) = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{b \times y}{b + 2y} \\
 &= \frac{0,6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}}{0,6 \text{ m} + (2 \times 0,5 \text{ m})} \\
 &= 0,1875 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss jatuhannya} \\
 L \text{ jatuhannya} &= 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left( \frac{v \times n}{1 + R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
 &= 0,0042 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss belokannya} \\
 P \text{ belokannya} &= 0,50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left( \frac{v \times n}{1 + R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
 &= 0,0042 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## B. Anaerobic Biofilter

### Ruang pengendap

Headloss kecepatan

$$P (b) = 0,5 \text{ m}$$

$$L (y) = 1,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{b \times y}{b + 2y} \\
 &= \frac{0,5 \text{ m} \times 1,1 \text{ m}}{0,5 \text{ m} + (2 \times 1,1 \text{ m})} \\
 &= 0,204 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$f = 1,5 \times \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{4R} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,03077 \\
 H_f &= f \times \frac{L}{4R} \times \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0,000231 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Headloss jatuhan  
L jatuhan = 1 m

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left( \frac{v \times n}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
 &= 0,036 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Headloss belokan  
L belokan = 1,1 m

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left( \frac{v \times n}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
 &= 0,039 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Kompartemen

$$\begin{aligned}
 P (b) &= 1 \text{ m} \\
 L (y) &= 0,5 \text{ m} \\
 R &= \frac{b \times y}{b + 2y} \\
 &= \frac{1 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}}{1 \text{ m} + (2 \times 0,5 \text{ m})} \\
 &= 0,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Headloss jatuhan  
L jatuhan = 1 m

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left( \frac{v \times n}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
 &= 0,0043 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Headloss belokan

$$P \text{ belokan} = 1 \text{ m}$$

$$H_f = \left( \frac{v \times \eta}{1 \times R^{2/3}} \right)^2 \times L$$

$$= 0,0043 \text{ m}$$

Headloss media filter

$$v = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$D = 0,1 \text{ m}$$

$$H_f = 8,9 \times 10^{-5} \times v \times D^{-2}$$

$$= 0,00267 \text{ m}$$

Profil Hidrolis pada tiap kompartemen dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Profil Hidrolis pada Unit ABR dan ABF

Bangunan	Jenis Headloss	Hf (m)	Muka air (m)
<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>			1,00
Ruang pengendap	Headloss kecepatan	0,0001	1,00
	Headloss jatuhan	0,0121	0,99
	Headloss belokan	0,0243	0,96
Kompartemen 1	Headloss jatuhan	0,0042	0,96
	Headloss belokan	0,0042	0,96
Kompartemen 2	Headloss jatuhan	0,0042	0,95
	Headloss belokan	0,0042	0,95
Kompartemen 3	Headloss jatuhan	0,0042	0,94
	Headloss belokan	0,0042	0,94
Kompartemen 4	Headloss jatuhan	0,0042	0,93
	Headloss belokan	0,0042	0,93
Kompartemen 5	Headloss jatuhan	0,0042	0,93

Lanjutan Tabel 5.4

Bangunan	Jenis Headloss	Hf (m)	Muka air (m)
	Headloss belokan	0,0042	0,92
<i>Anaerobic Biofilter</i>			1,10
Ruang pengendap	Headloss belokan	0,0002	1,10
	Headloss jatuhan	0,0358	1,06
Kompartemen 1	Headloss belokan	0,0043	1,06
	Headloss jatuhan	0,0043	1,06
	Headloss media filter	0,0027	1,05
Kompartemen 2	Headloss belokan	0,0042	1,05
	Headloss jatuhan	0,0042	1,04
	Headloss media filter	0,0027	1,04
Kompartemen 3	Headloss belokan	0,0042	1,04
	Headloss jatuhan	0,0042	1,03
	Headloss media filter	0,0027	1,03
Kompartemen 4	Headloss belokan	0,0042	1,03
	Headloss jatuhan	0,0042	1,02
	Headloss media filter	0,0027	1,02
Kompartemen 5	Headloss belokan	0,0042	1,02
	Headloss jatuhan	0,0042	1,01
	Headloss media filter	0,0027	1,01
Kompartemen 6	Headloss belokan	0,0042	1,00
	Headloss jatuhan	0,0042	1,00
	Headloss media filter	0,0027	1,00

## 5.2 Perencanaan Pipa Vent

Pipa vent digunakan untuk menyalurkan gas  $\text{CH}_4$  hasil proses anaerobik di unit IPAL menuju ke udara bebas. Tujuan dari pemasangan pipa vent antara lain :

- Menjaga sekat unit IPAL dari efek *siphon* atau tekanan. Efek siphon timbul jika pipa air limbah tersumbat, sehingga mengakibatkan aliran balik air limbah
- Mencegah gas  $\text{CH}_4$  terjebak didalam unit IPAL. Jika gas  $\text{CH}_4$  terkumpul, dapat menaikkan suhu pengolahan di unit IPAL
- Memungkinkan adanya sirkulasi udara di dalam unit IPAL.

Pada perencanaan ini, pipa vent yang dipasang adalah pipa vent tegak. Pipa vent tegak akan membawa gas  $\text{CH}_4$  menuju ke udara bebas.

Dimensi pipa vent yang dipasang pada perencanaan ini sebesar 2 inch atau 58 mm. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa cast iron. Tinggi pipa vent yang dipasang pada kompartemen terakhir setinggi 3 meter, sehingga gas  $\text{CH}_4$  yang keluar dari pipa tidak membahayakan lingkungan sekitar. Tujuan dari pemasangan pipa vent hanya pada kompartemen terakhir agar gas  $\text{CH}_4$  terdistribusi keluar dengan lancar tanpa ada hambatan. Gas  $\text{CH}_4$  mulai dari kompartemen pertama akan terkumpul di kompartemen terakhir kemudian langsung keluar melalu pipa vent menuju udara bebas. Tinggi pipa sepanjang 3 meter. Keuntungan pada penggunaan pipa cast iron antara lain :

- Memiliki dinding yang tebal sehingga umur pipa relatif panjang
- Memiliki ketahanan korosi internal dan eksternal
- Karena pipa memiliki ketahanan yang kuat, maka pipa tepat digunakan untuk mengalirkan gas  $\text{CH}_4$  meskipun harus ditanam didalam aspal.

### 5.3 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya

#### 5.3.1 BOQ Anaerobic Biofilter

##### A. Dimensi Unit

Tabel 5.5 Dimensi Unit *Anaerobic Biofilter*

<b>Bak Ekualisasi</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Panjang	0,71	m
Lebar	0,71	m
Tinggi	0,5	m
Freeboard	0,1	m
<b>Bak Pengendap I</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Panjang	1,1	m
Lebar	0,5	m
Tinggi	1,1	m
Freeboard	0,10	m
<b>Bak Pengendap II</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Panjang	0,60	m
Lebar	0,5	m
Tinggi	1,1	m
Freeboard	0,10	m
<b>ABF</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Jumlah Kompartemen	4	buah
Panjang	1,0	m
Lebar	0,5	m
Tinggi	1	m
Freeboard	0,10	m
<b>Sekat</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Panjang sekat	0,005	m
Lebar sekat	0,5	m
Tinggi sekat	1	m

B. Pembuatan Beton Berstruktur K-225 (1 semen : 2 pasir : 3 kerikil) dan pembesian

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Luar} &= (P_{\text{ekualisasi}} + P_{\text{BPI}} + P_{\text{BP II}} + (P_{\text{ABF}} \times n_{\text{kompartemen}}) + \\
 &\quad (L_{\text{dinding}} \times n_{\text{kompartemen}})) \times (n_{\text{kompartemen}} + L_{\text{ABF}} + \\
 &\quad L_{\text{dinding}}) \times (L_{\text{ekualisasi}} + L_{\text{BPI}} + L_{\text{BP II}} + 0.005) \\
 &= (0,71 + 1,1 + 0,6 + (4 \times 1) + (0,005 \times 4)) \times (4 + \\
 &\quad 0,5 + 0,005) \times (0,71 + 0,5 + 0,5 + 0,005) \\
 &= 17 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Dalam} &= (P_{\text{ekualisasi}} \times L_{\text{ekualisasi}} \times (T_{\text{ekualisasi}} \times \text{Freeboard})) + \\
 &\quad (P_{\text{BPI}} \times L_{\text{BPI}} \times (T_{\text{BPI}} + \text{Freeboard})) + (P_{\text{BP II}} \times L_{\text{BP II}} \times \\
 &\quad (T_{\text{BP II}} + \text{Freeboard})) + (P_{\text{ABF}} \times L_{\text{ABF}} \times (T_{\text{ABF}} + \\
 &\quad \text{Freeboard}) \times n_{\text{kompartemen}}) + (L_{\text{dinding}} \times L_{\text{unit}} \times T_{\text{unit}} \times \\
 &\quad n_{\text{kompartemen}}) \\
 &= (0,71 \times 0,71 \times (0,5 + 0,1)) + (1,1 \times 0,5 \times (1 + 0,1)) \\
 &\quad + (0,6 \times 0,5 \times (1 + 0,1)) + (1 \times 0,5 \times (1 + 0,1) \times 4) \\
 &\quad + (0,005 \times 0,5 \times 1 \times 4) \\
 &= 4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Beton} &= \text{Volume luar} - \text{Volume dalam} \\
 &= 17 \text{ m}^3 - 4 \text{ m}^3 \\
 &= 13 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= 1/6 \times \text{Volume beton} \\
 &= 1/6 \times 13 \text{ m}^3 \\
 &= 2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= 2/6 \times \text{Volume beton} \\
 &= 2/6 \times 13 \text{ m}^3 \\
 &= 4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Kerikil} = 3/6 \times \text{Volume beton}$$



$$= 3/6 \times 13 \text{ m}^3$$

$$= 6 \text{ m}^3$$

C. Pemasangan bekisting untuk dinding dan tutup m<sup>2</sup> (Luas Permukaan)

$$\begin{aligned} \text{Bak ekualisasi} &= ((\text{Tinggi} + \text{Freeboard}) \times \text{Panjang}) + (\text{Panjang} \times (\text{Tinggi} + \text{Freeboard})) + (\text{Panjang} \times \text{Lebar}) \\ &= ((0,71 + 0,3) \times 0,71) + (0,71 \times (0,5 + 0,3)) + (0,71 \times 0,71) \\ &= 2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BPI} &= ((1 + 0,3) \times 1,1) + (1,1 \times (1 + 0,3)) + (1,1 \times 0,5) \\ &= 2,97 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BP II} &= ((1 + 0,3) \times 0,6) + (0,6 \times (1 + 0,3)) + (0,6 \times 0,5) \\ &= 1,62 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ABF} &= ((1 + 0,3) \times 1) + (1 \times (1 + 0,3)) + (1 \times 0,5) \\ &= 3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sekat} &= (\text{Panjang} \times \text{Tinggi}) + (\text{Panjang} \times \text{Lebar}) \\ &= (0,005 \times 1) + (0,005 \times 0,5) \\ &= 0,01 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah ABF} = 4 \text{ kompartemen}$$

$$\begin{aligned} \text{Bekisting} &= \text{Luas permukaan Bak ekualisasi} + \text{BP}_I + \text{BP}_{II} + \text{ABF} + \text{sekat} \\ &= 2 + 2,97 + 1,62 + 3 + 0,01 = 9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D. Pekerjaan Penggalan} &= \text{Volume Luar} \\ &= 17 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

E. Pekerjaan Pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank

$$\text{Panjang} = P_{\text{ekualisasi}} + P_{\text{BPI}} + P_{\text{BP II}} + (P_{\text{ABF}} \times$$

$$\begin{aligned}
 & n_{\text{kompartemen}}) + (L_{\text{dinding}} \times n_{\text{kompartemen}}) \\
 &= 0,71 + 1,1 + 0,6 + (1 \times 4) + (0,005 \times 4) \\
 &= 6 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= L_{\text{unit}} + L_{\text{dinding}} \\
 &= 0,5 + (0,005 \times 2) \\
 &= 0,5 \text{ m} \\
 \text{Luas Lahan} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
 &= 6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 3,28 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### 5.3.2 BOQ *Anaerobic Baffle Reactor*

Metode perhitungan pada Bill of Quantity *Anaerobic Baffle Reactor* sama dengan pada *Anaerobic Biofilter*.

#### A. Dimensi Unit

Tabel 5.6 Dimensi Unit *Anaerobic Baffle Reactor*

Bak Ekualisasi	Dimensi	Satuan
Panjang	0,71	m
Lebar	0,71	m
Tinggi	0,5	m
Freeboard	0,3	m
Tangki Pengendap	Dimensi	Satuan
Panjang	1,2	m
Lebar	0,5	m
Tinggi	1,0	m
Freeboard	0,3	m
ABR	Dimensi	Satuan
Jumlah Kompartemen	4	buah

Lanjutan Tabel 5.6

Panjang	0,60	m
Lebar	0,5	m
Tinggi	1,0	m
Freeboard	0,3	m
<b>Sekat</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Satuan</b>
Panjang sekat	0,005	m
Lebar sekat	0,5	m
Tinggi sekat	1	m

B. Pembuatan Beton Berstruktur K-225 (1 semen : 2 pasir : 3 kerikil) dan pembesian

Volume Luar	=	7 m <sup>3</sup>
Volume Dalam	=	2 m <sup>3</sup>
Volume Beton	=	5 m <sup>3</sup>
Semen	=	1 m <sup>3</sup>
Pasir	=	2 m <sup>3</sup>
Kerikil	=	2 m <sup>3</sup>

C. Pemasangan bekisting untuk dinding dan tutup

Bak Ekualisasi	=	2 m <sup>2</sup>
BPI	=	3,24 m <sup>2</sup>
ABR	=	2 m <sup>2</sup>
Sekat	=	0,01 m <sup>2</sup>
Jumlah ABR	=	4 kompartemen
Bekisting	=	7 m <sup>2</sup>

D. Penggalan	=	Volume Luar
	=	7 m <sup>3</sup>

### E. Pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank

Panjang = 4 m  
Lebar = 0,5 m  
Luas Lahan = 2,21 m<sup>2</sup>

### 5.3.3 Rencana Anggaran Biaya Unit ABR

Pembuatan rencana anggaran biaya berdasarkan dari Bill Of Quantity unit *Anaerobic Baffle Reactor* maupun *Anaerobic Biofilter*.

Tabel 5.7 RAB unit ABR

No	Tahapan Konstruksi	Jumlah	Nilai HSPK (Rp)	Total Biaya (Rp)
Tahap Persiapan dan Tanah				
1	Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan	4	7950	34265
2	Pengukuran dan pemasangan Bouwplank	4	96450	418111
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	7	15750	107330
4	Penggalian tanah biasa untuk konstruksi	7	77250	526429
5	Pengurugan pasir (padat)	7	203100	1384049
6	Pemasangan (sewa) sheet pile baja untuk pengaman galian	1	767893	767893
Pekerjaan beton dan pondasi				
1	Pekerjaan lantai kerja K-100	2,155	898681	1936658
2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi + bekisting)	7	4519009	30795329

Lanjutan Tabel 5.7

No	Tahapan Konstruksi	Jumlah	Nilai HSPK (Rp)	Total Biaya (Rp)
3	Pembuatan bak kontrol	3	938266	2814798
Pekerjaan IPAL				
1	Pemasangan unit ABR (mild steel 5 mm)		19550000	19550000
Pekerjaan Finishing				
1	Pembongkaran kayu	7	752330	5126843
2	Plesteran halus 1 pc : 1 ps tebal 1,5 cm	7	72060	491059
3	Pelapisan waterproofing	7	53800	366627
Total				64.319.391

Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.3.4 Rancangan Anggaran Biaya ABF

Tabel 5.8 RAB unit ABF

No	Tahapan Konstruksi	Jumlah	Nilai HSPK (Rp)	Total Biaya (Rp)
Tahap Persiapan dan Tanah				
1	Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan	7	7950	56055
2	Pengukuran dan pemasangan Bouwplank	6	96450	621138
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	17	15750	261798
4	Penggalian tanah biasa untuk konstruksi	17	77250	1284059
5	Pengurugan pasir (padat)	17	203100	3375953
6	Pemasangan (sewa) sheet pile baja untuk pengaman galian	1	767893	767893

Lanjutan Tabel 5.8

No	Tahapan Konstruksi	Jumlah	Nilai HSPK (Rp)	Total Biaya (Rp)
Pekerjaan beton dan pondasi				
1	Pekerjaan lantai kerja K-100	3,52	898681	3168300
2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi + bekisting)	17	4519009	75115523
3	Pembuatan bak kontrol	4	938266	3753065
Pekerjaan IPAL				
1	Pemasangan unit ABF (mild steel 5 mm)		21850000	21850000
2	Pemasangan media filter ( <i>Bioball</i> )		3450000	3450000
Pekerjaan Finishing				
1	Pembongkaran kayu	17	752330	12505321
2	Plesteran halus 1 pc : 1 ps tebal 1,5 cm	17	72059	1197784
3	Pelapisan waterproofing	17	53800	894270,22
Total				124.851.161

Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.5 Pemeliharaan Unit IPAL

Operasional dan pemeliharaan unit Instalasi Pengolahan Air Limbah penting dilakukan agar unit bekerja dengan maksimal, efisien, efektif, serta umur unit akan bertahan dengan lama. Beberapa aspek yang harus diperhatikan antara lain :

#### 1. Screen

Pemeliharaan screen ini dilakukan secara berkala setiap 2-3 hari untuk membersihkan kotoran – kotoran yang menempel sehingga dapat menyumbat lubang pori pada screen. Di lokasi perencanaan TPI Sedati, benda - benda yang kemungkinan akan tersangkut pada screen antara lain sisik ikan, kulit ikan, serta

lemak ikan yang terbawa air limbah. Cara membersihkan screen dapat dilakukan dengan membilas kedua sisi screen dengan air bersih dengan suhu panas sambil disikat sehingga kotoran yang menempel dapat dengan mudah terlepas. Jika diperlukan, gunakan sabun untuk membersihkan kotoran yang menempel.

## 2. Bak Ekualisasi

Pada bak ekualisasi dapat dilakukan perawatan pada pompa yang berfungsi membawa air limbah menuju ke unit IPAL. Pemeliharaan dapat dilakukan dengan membersihkan pipa discharge pompa yang menuju ke unit IPAL. Karena meskipun telah tersaring di unit screen, air limbah masih mengandung padatan – padatan yang dapat menyumbat pipa sehingga akan mempersingkat umur dan mengurangi efisiensi pompa. Selain itu, pada bak ekualisasi harus dilakukan pengadukan secara manual, dalam kurun waktu tertentu agar tidak terdapat endapan didalamnya.

## 3. Unit Anaerobik

Pemeliharaan rutin yang dapat diterapkan pada unit Anaerobik baik pada IPAL *Anaerobic Baffle Reactor* maupun *Anaerobic Biofilter* antara lain :

- Periksa bak pengendap pada masing – masing unit secara berkala setiap minggu. Pemeriksaan ini berfungsi untuk melihat jika ada sampah yang masuk kedalam bak pengendap. Lakukan pengurasan setiap dua tahun sekali ketika lumpur telah menumpuk.
- Pengurasan lumpur dapat dilakukan dengan cara menyedot lumpur menggunakan pompa lumpur atau memakai jasa truk sedot tinja.
- Pada pengurasan lumpur, sisakan sepertiga dari akumulasi lumpur agar masih ada lumpur yang dapat media hidup mikroorganisme untuk siklus pengolahan berikutnya
- Pada unit *Anaerobic Baffle Reactor*, buka bak control (manhole) secara berkala. Periksa apakah ada pipa antara kompartemen yang tersumbat padatan. Jika ada penyumbatan, lepas pipa dan bersihkan dengan air bersih.
- Pada unit *Anaerobic Biofilter*, periksa kotak penampungan yang berisi media *Bioballs* secara berkala. Besar

kemungkinan terdapat padatan yang menempel pada media. Jika terjadi, ambil media *Bioballs*, lakukan penyikatan dan bilas dengan air bersih.

- Periksa media *Bioballs* pada unit *Anaerobic Biofilter* secara rutin. Jika terjadi kerusakan pada media, segera lakukan penggantian media *Bioballs*. Media *Bioballs* yang rusak akan menyebabkan penurunan efisiensi pada unit *Anaerobic Biofilter*.
- Lakukan tes kualitas air limbah pada tiap unit tiap 6 bulan sekali. Sampel air limbah dapat diambil dari outlet unit IPAL.

#### 4. Pengelolaan Gas

Setiap pengolahan anaerobik pasti mengeluarkan gas metan. Gas metan yang terbentuk harus dikelola dengan baik. Karena gas metan adalah salah satu gas pembentuk utama pada gas rumah kaca. Untuk setiap kg gas metan, berpotensi menimbulkan 24,5 efek rumah kaca banyak dibandingkan gas CO<sub>2</sub> dalam frame waktu 100 tahun. Selain itu, metan dikenal mempunyai waktu-hidup (life time) yang terpendek, yaitu sekitar 11 tahun. Jika dibandingkan dengan waktu hidup CO<sub>2</sub> selama 120 tahun, maka reduksi dan stabilisasi gas metan akan berpengaruh segera pada potensi mitigasi gas rumah kaca (Damanhuri, 2008).

Pengelolaan gas dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

- Dilakukan metode flaring pada gas metan dengan pengoboran
- Dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga di sekitar lokasi pelelangan ikan.

#### 5.6 Biaya Pemeliharaan dan Operasional IPAL

Agar menjaga umur IPAL agar bertahan lama, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap biaya pemeliharaan dan operasional IPAL, baik pada unit *Anaerobic Baffle Reactor* maupun *Anaerobic Biofilter* dengan media *Bioball*.

Pemeliharaan meliputi pengurasan lumpur, perbaikan pipa atau aksesoris pipa jika terjadi kebocoran, pembersihan dan penggantian baik media filter maupun screen air limbah. Sedangkan biaya operasional meliputi pemakaian listrik pada



sistem pemompaan dan penambahan starter bakteri. Total biaya pemeliharaan dan operasional kedua IPAL dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Biaya Pemeliharaan dan Operasional

Biaya	Jenis Biaya	ABR (Rp)	ABF (Rp)
Biaya Operasional	Listrik untuk Pompa	350000	350000
	Starter bakteri	20.000	20.000
Biaya Maintenance	Pengurasan Lumpur	50.000	100.000
	Perbaikan pipa dan aksesoris	50.000	50.000
	Uji kualitas air limbah	250.000	250.000
	pembersihan media filter	-	100.000
Total Biaya Operasi dan Pemeliharaan		Rp 720.000	Rp 820.000

### 5.7 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit IPAL

Pada subbab ini akan dibahas mengenai perbandingan antara kelebihan dan kekurangan dari masing – masing unit IPAL. Hasil dari perbandingan ini akan dijadikan pedoman dalam memilih unit pengolahan yang sesuai untuk diterapkan di TPI Sedati. Aspek – aspek yang dibandingkan antara lain efisiensi removal, luas lahan, rancangan anggaran biaya tiap unit, serta biaya operasional pada masing – masing unit.

#### A. Luas lahan

Perbandingan luas lahan untuk membangun masing – masing unit IPAL dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perbandingan Luas Lahan Unit IPAL

Aspek	Unit	
	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	<i>Anaerobic Biofilter</i>
Luas lahan (m <sup>2</sup> )	10,1	15.8

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 5.10, didapatkan luas lahan untuk membangun unit *Anaerobic Biofilter* lebih besar dari desain unit *Anaerobic Baffle Reactor*.

### B. Volume bangunan

Perbandingan volume keseluruhan bangunan untuk masing – masing unit IPAL dapat dilihat pada Tabel 5.11 :

Tabel 5.11 Perbandingan Volume Bangunan

Aspek	Unit	
	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	<i>Anaerobic Biofilter</i>
Volume bangunan (m <sup>3</sup> )	15,1	25,3

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 5.8, didapatkan volume bangunan unit *Anaerobic Baffle Reactor* sama dengan unit *Anaerobic Biofilter*

### C. Efisiensi Penyisihan

Pada perbandingan efisiensi penyisihan, parameter efluen yang dibandingkan yaitu BOD dan COD. Perbandingan efisiensi penyisihan masing – masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Perbandingan Efisiensi Penyisihan

Aspek	Unit	
	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	<i>Anaerobic Biofilter</i>
Efisiensi penyisihan COD (%)	95%	94%
Efisiensi penyisihan BOD (%)	98%	96%

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 5.12, efisiensi penyisihan yang paling baik adalah IPAL dengan unit *Anaerobic Baffle Reactor*

#### D. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perbandingan dari rencana anggaran biaya digunakan sebagai acuan untuk menentukan unit yang tepat dibangun di lokasi TPI Sedati berdasarkan biaya konstruksi dari unit *Anaerobic Baffle Reactor* maupun *Anaerobic Biofilter* rencana anggaran biaya masing – masing unit IPAL dapat dilihat pada Tabel 5.13 :

Tabel 5.13 Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

Aspek	Unit	
	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	<i>Anaerobic Biofilter</i>
RAB	Rp 64.319.391	Rp 124.851.161

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 5.13, jumlah rencana anggaran biaya yang lebih besar adalah IPAL dengan unit *Anaerobic Biofilter*

#### E. Biaya operasional dan pemeliharaan

Perbandingan total biaya operasional dan pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5.14 Perbandingan Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Aspek	Unit	
	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	<i>Anaerobic Biofilter</i>
RAB	Rp 720.000	Rp 820.000

Dari perbandingan beberapa aspek diatas, maka dapat diringkaskan seperti pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Ringkasan Aspek Unit IPAL

Aspek	Unit	
	ABR	ABF
Luas lahan (m <sup>2</sup> )	10,1	15.8
Volume bangunan (m <sup>3</sup> )	15,1	25,3
Efisiensi COD	95%	94%
Efisiensi BOD	98%	96%
RAB (Rp)	Rp 64.319.391	Rp 124.851.161
Biaya O dan P (Rp)	Rp 720.000	Rp 820.000

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk memilih unit IPAL yang akan dibangun di TPI Sedati, kriteria aspek yang digunakan yaitu memiliki luas lahan, volume bangunan, dan rencana anggaran biaya lebih kecil. Sebaliknya, unit IPAL harus memiliki efisiensi BOD dan COD paling besar. Pada hasil perbandingan di atas, dapat ditentukan unit yang sesuai dengan kriteria tersebut adalah unit *Anaerobic Baffle Reactor*.

### 5.8 Rencana Pengembangan Unit Pengolahan Air Limbah

Berdasarkan RTRW Kabupaten Sidoarjo periode 2009 – 2029, Kecamatan Sedati merupakan lokasi yang akan menjadi kawasan strategis pesisir. Salah satu landmark pesisir di Kecamatan Sedati adalah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati. Untuk menjadikan TPI Sedati layak sebagai kawasan strategis pesisir, maka harus dilakukan pengelolaan didalamnya. Aspek penting yang harus dikelola yaitu mengenai sanitasi, diantaranya dengan membuat unit pengolahan air limbah.

Pada pembahasan sebelumnya, didapatkan pemilihan unit yang cocok untuk diterapkan di TPI Sedati adalah *Anaerobic Baffle Reactor*. Didapatkan data hasil perhitungan unit *Anaerobic Baffle Reactor* adalah sebagai berikut :

- Panjang
  - Bak pengendap = 0,6 m
  - Kompartemen ABF = 0,7 m

- Lebar = 1 m
- Tinggi = 1,2 m
- Efisiensi Penyisihan BOD = 97%
- Efisiensi Penyisihan COD = 90,7%
- OLR = 0,1 kg COD/m<sup>3</sup>.hari

Untuk melakukan pengembangan IPAL hingga bisa digunakan dalam kurun waktu 13 tahun yaitu pada 2016 hingga 2029, maka dapat dilakukan dua analisis pengembangan sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan Unit IPAL berdasarkan kriteria desain  
 Kriteria desain yang dilakukan pengecekan antara lain Organic Loading Rate (OLR) dan Upflow Velocity (Vup). Sebelum pengecekan kriteria desain, harus terlebih dahulu dihitung data proyeksi untuk menentukan debit baru yang akan digunakan pada IPAL. Data proyeksi ini dihitung mulai dari tahun 2016 hingga 2029, dengan data eksisting selama tahun 2011 hingga 2015. Data proyeksi yang dihitung hanya mencakup total data penjual di TPI Sedati, baik penjual ikan, kepiting, maupun udang. Diasumsikan kebutuhan air tiap penjual hingga tahun 2029 jumlahnya tetap. Perhitungan hasil proyeksi terdapat di halaman lampiran. Data hasil proyeksi penjual dapat dilihat pada Tabel 5.11

Tabel 5.16 Hasil Proyeksi Penjual Hingga Tahun 2029

No	Tahun	Jumlah Penjual
1	2016	25
2	2017	26
3	2018	28
4	2019	29
5	2020	30
6	2021	32
7	2022	34
8	2023	35
9	2024	37
10	2025	39

Lanjutan Tabel 5.16

No	Tahun	Jumlah Penjual
11	2026	41
12	2027	43
13	2028	45
14	2029	47

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 5.12, didapatkan jumlah total penjual di tahun 2029 sebesar 47 orang, dengan mengasumsikan kebutuhan pencucian rata – rata tiap penjual sebesar 50 L/hari, maka dapat dihitung debit air limbah adalah :

$$\begin{aligned}
 Q &= 50 \text{ L/hari} \times 47 \text{ penjual} \\
 &= 2362 \text{ L/hari} \\
 &= 2,4 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan debit air limbah, maka dilakukan pengecekan terhadap OLR dan *upflow velocity* dari dimensi unit *Anaerobic Baffle Reactor*, dengan perhitungan sebagai berikut :

- $$OLR = \frac{Q \times COD}{\text{Volume ABR}}$$

$$OLR = \frac{2,4 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1,443 \text{ kg}/\text{m}^3}{4 \times (0,6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 1 \text{ m})} = 2,8 \text{ kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{hari}$$
- $$V_{up} = \frac{Q}{\text{Luas permukaan}}$$

$$V_{up} = \frac{2,4 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}} = 0,65 \text{ m/jam}$$

Kriteria desain OLR unit *Anaerobic Baffle Reactor* yang diperbolehkan yaitu <3 kg COD/m<sup>3</sup>.hari dan upflow velocity <2 m/jam. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka semua kriteria memenuhi. Sehingga, jika dilihat berdasarkan kriteria OLR dan upflow velocity, dapat disimpulkan bahwa unit *Anaerobic Baffle Reactor* yang direncanakan dapat digunakan hingga tahun 2029.

## 2. Menghitung nilai penyusutan bangunan

Setiap bangunan pasti memiliki nilai penyusutan. Untuk membuat analisis pengembangan, diperlukan perhitungan penyusutan bangunan sehingga dapat dilakukan perkiraan biaya operasional dan perawatan.

Untuk mendapatkan prosentase penyusutan bangunan, digunakan perhitungan dengan metode garis lurus. Menurut Olivia (2011), metode garis lurus ditentukan dengan cara mengurangkan nilai sisa dari biaya awal dan membaginya dengan jumlah tahun dari perkiraan usia. Dasar dari metode penyusutan garis lurus adalah harga perolehan bangunan.

Pada perencanaan ini, unit *Anaerobic Baffle Reactor* diperkirakan akan dapat digunakan mulai tahun 2017. Perkiraan umur ekonomis unit *Anaerobic Baffle Reactor* adalah selama 20 tahun, dengan asumsi dilakukan operasional dan perawatan yang baik dan benar.

Pada subbab 5.3, telah didapatkan total rencana anggaran biaya pembangunan unit *Anaerobic Baffle Reactor* sebesar Rp 117.900.384,76. Biaya tersebut yang menjadi data harga perolehan pada rumus penyusutan perbulan. Berikut adalah perhitungan penyusutan nilai bangunan perbulan dalam kurun waktu 12 tahun umur ekonomis unit :

$$\text{Penyusutan per bulan} = \frac{\text{harga perolehan}}{\text{Umur ekonomis}} \\ \text{Penyusutan per bulan} = \frac{\text{Rp 64.319.391}}{20 \text{ tahun} \times 12 \text{ bulan}} = \text{Rp 267.997,00}$$

Setelah didapatkan nilai penyusutan bangunan perbulan, maka dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai akumulasi penyusutan bangunan selama 12 tahun hingga tahun 2029, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Akumulasi penyusutan} = \text{nilai penyusutan perbulan} \times 144 \text{ bulan}$$

$$\text{Akumulasi penyusutan} = \text{Rp 267.997} \times 144 \text{ bulan}$$

$$\text{Akumulasi penyusutan} = \text{Rp 38.591.634,6} \approx \text{Rp 39.000.000,00}$$

Berdasarkan perhitungan akumulasi penyusutan, maka didapatkan nilai bangunan pada tahun 2029 sebesar Rp 39.000.000,00.





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

LAYOUT TPI SEDATI

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108




DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

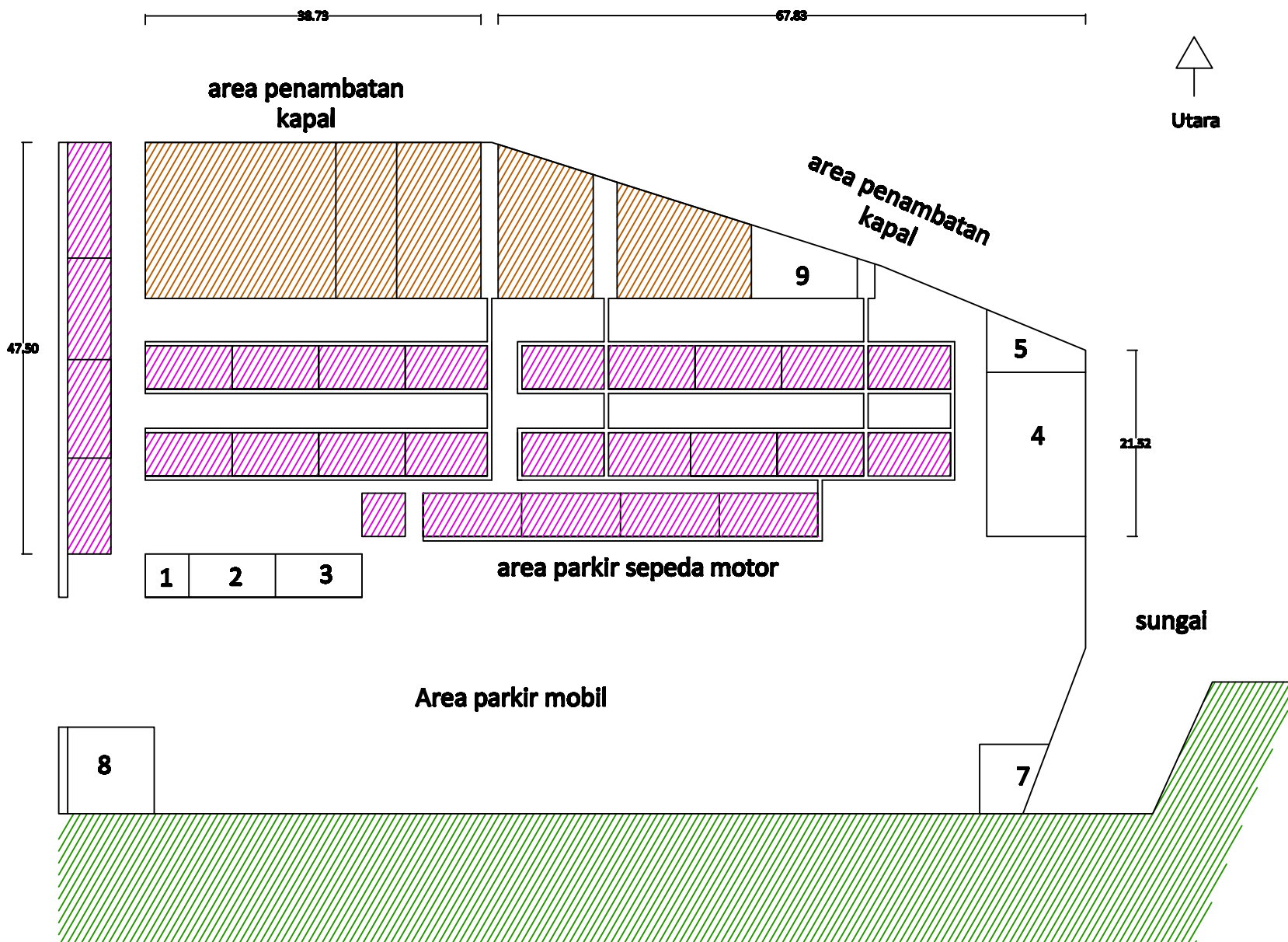
-  : lokasi perjual
  -  : area pendaratan ikan dan lokasi perjual
  -  : tambak
- 1 : Kantor sekretariat TPI Sedati  
2 : Gudang  
3 : Toilet  
4 : Lokasi Istirahat Nelayan  
5 : Gazebo Pengunjung  
6 : Area Pencucian Ikan  
7 : Rumah Nelayan  
8 : Rumah Makan

NOMOR  
GAMBAR

1

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

RENCANA LOKASI IPAL

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108




DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

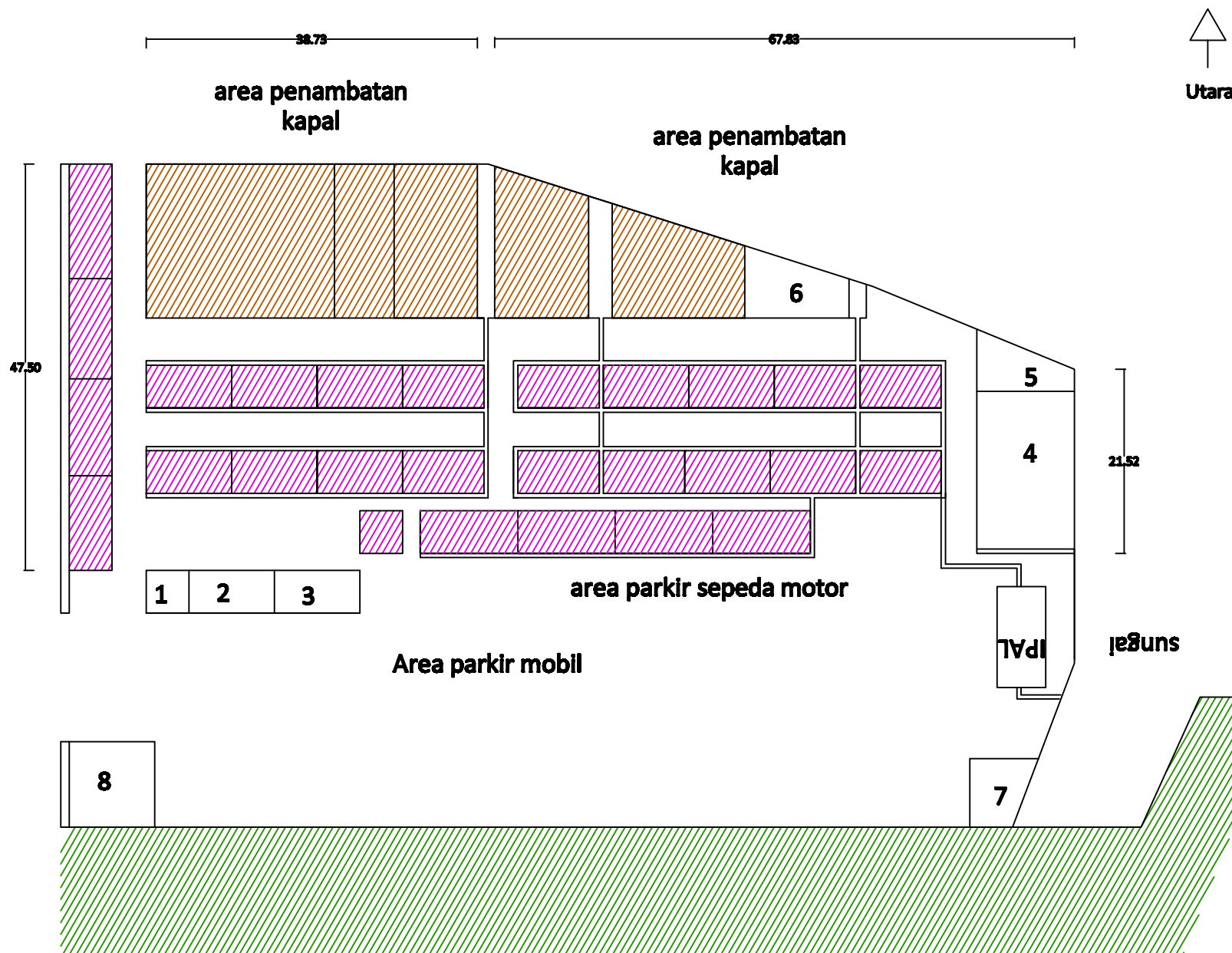
-  : lokasi perjual
  -  : area pendaratan ikan dan lokasi perjual
  -  : tambak
- 1 : Kantor sekretariat TPI Sedati  
2 : Gudang  
3 : Toilet  
4 : Lokasi Istirahat Nelayan  
5 : Gazebo Pengunjung  
6 : Area Pencucian Ikan  
7 : Rumah Nelayan  
8 : Rumah Mekan

NOMOR  
GAMBAR

2

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

Screen

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

 : muka air

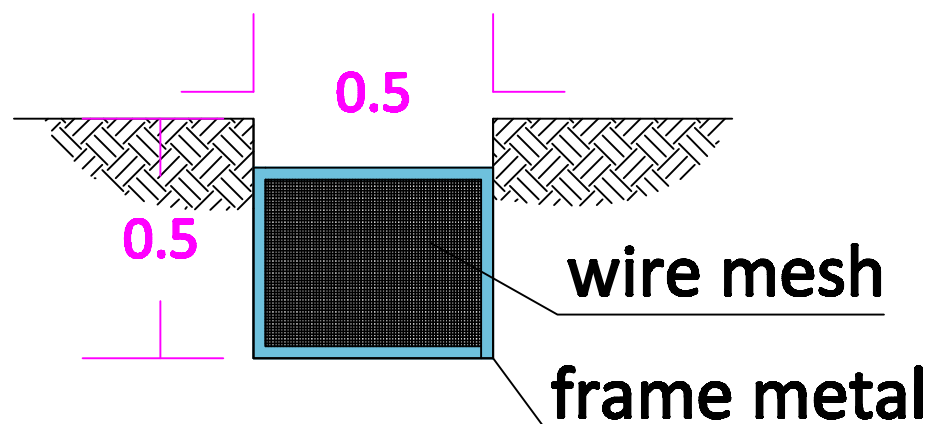
NOMOR  
GAMBAR :

3

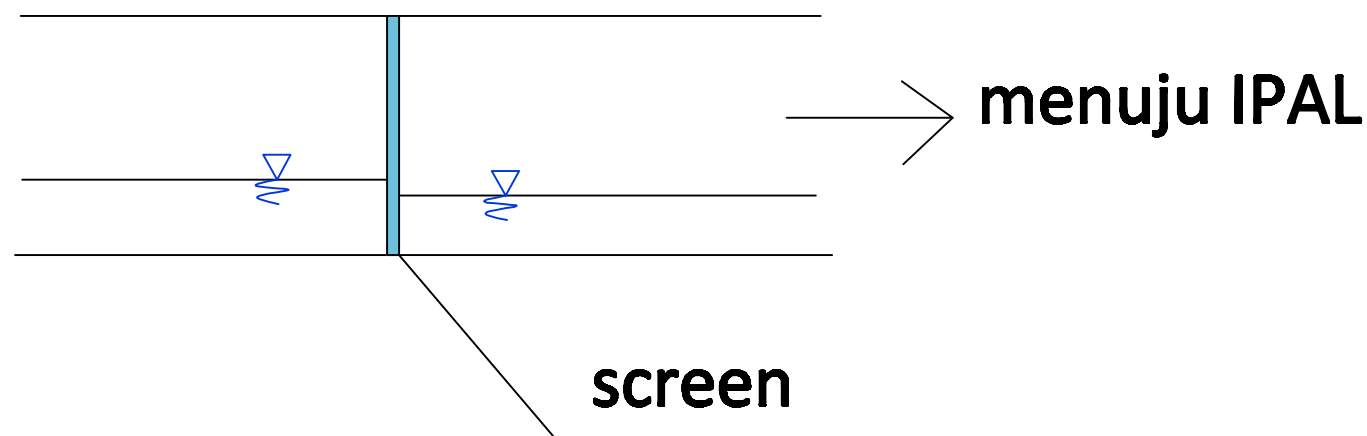
SKALA  
GAMBAR :

1 : 100

## Tampak depan Screen



## Tampak Samping Screen





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

DETAIL BAK EKUALISASI

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108





DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

-  : beton
-  : pasir urug
-  : gravel
-  : muka air

NOMOR  
GAMBAR :

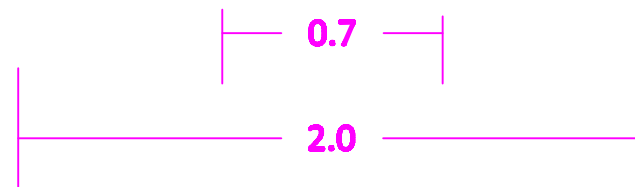
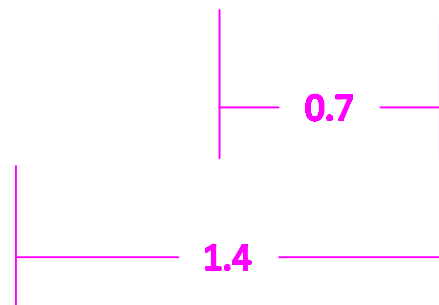
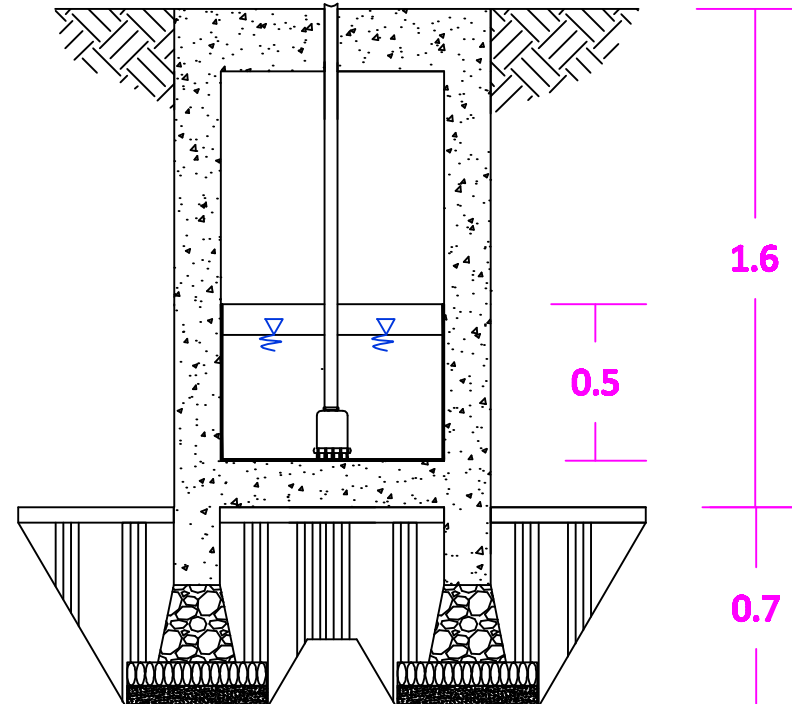
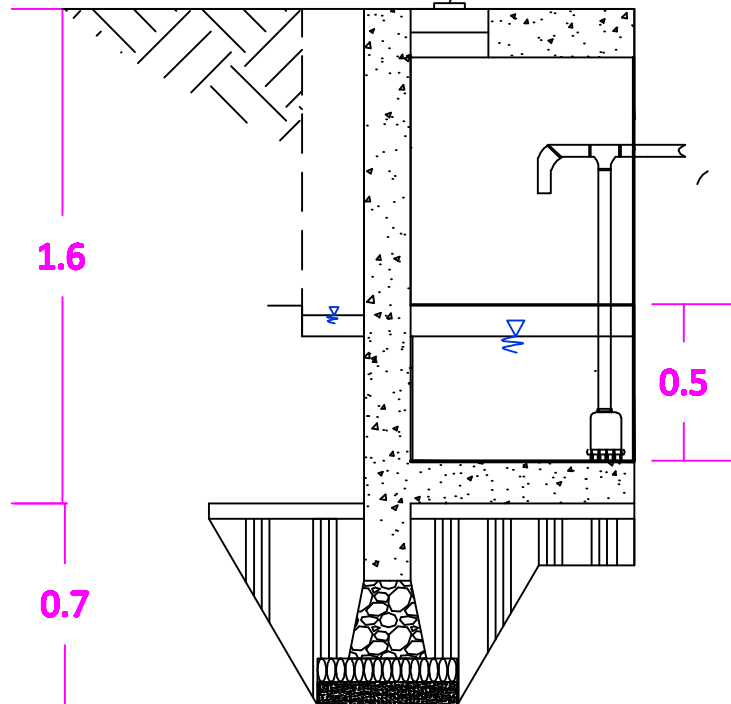
4

SKALA  
GAMBAR :

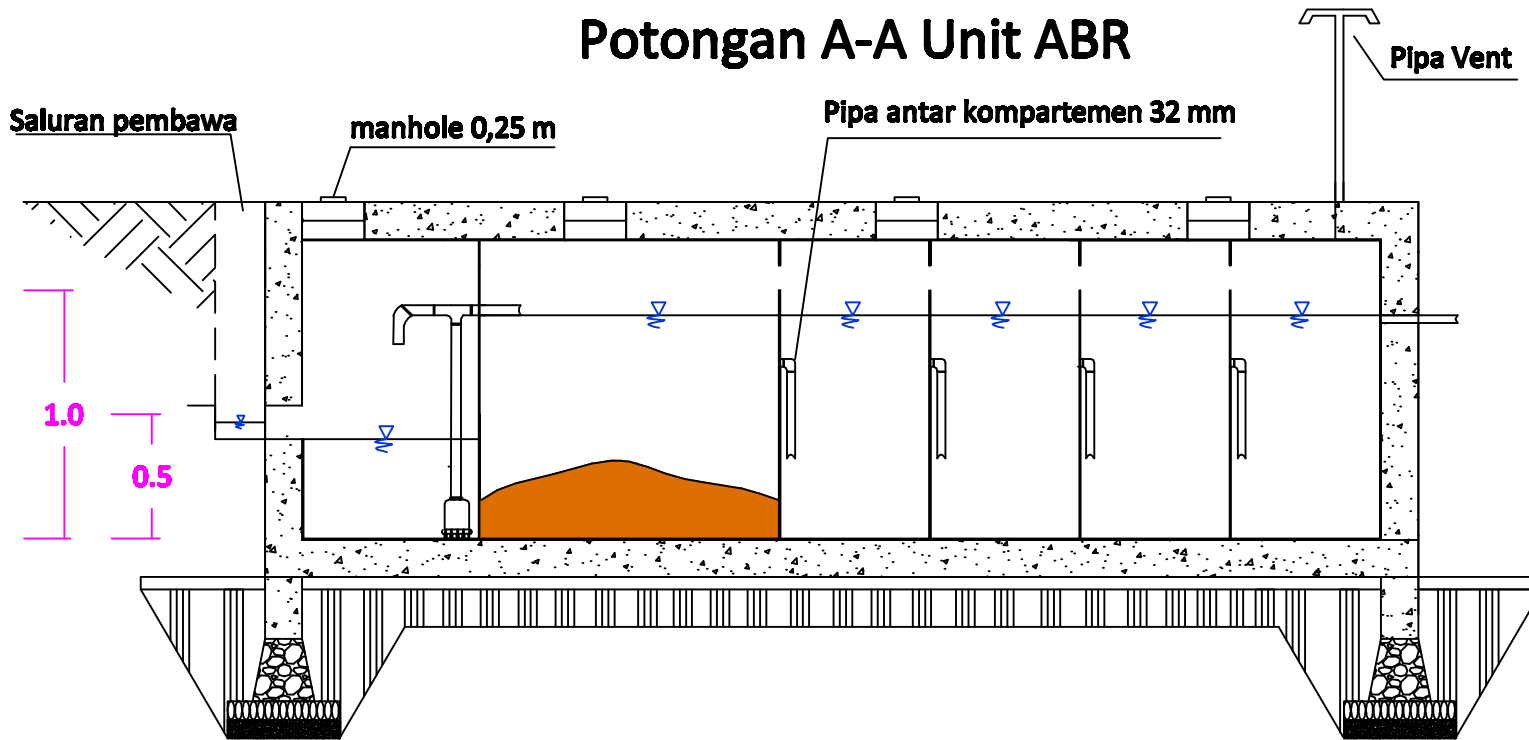
1 : 100

manhole 0,25 m

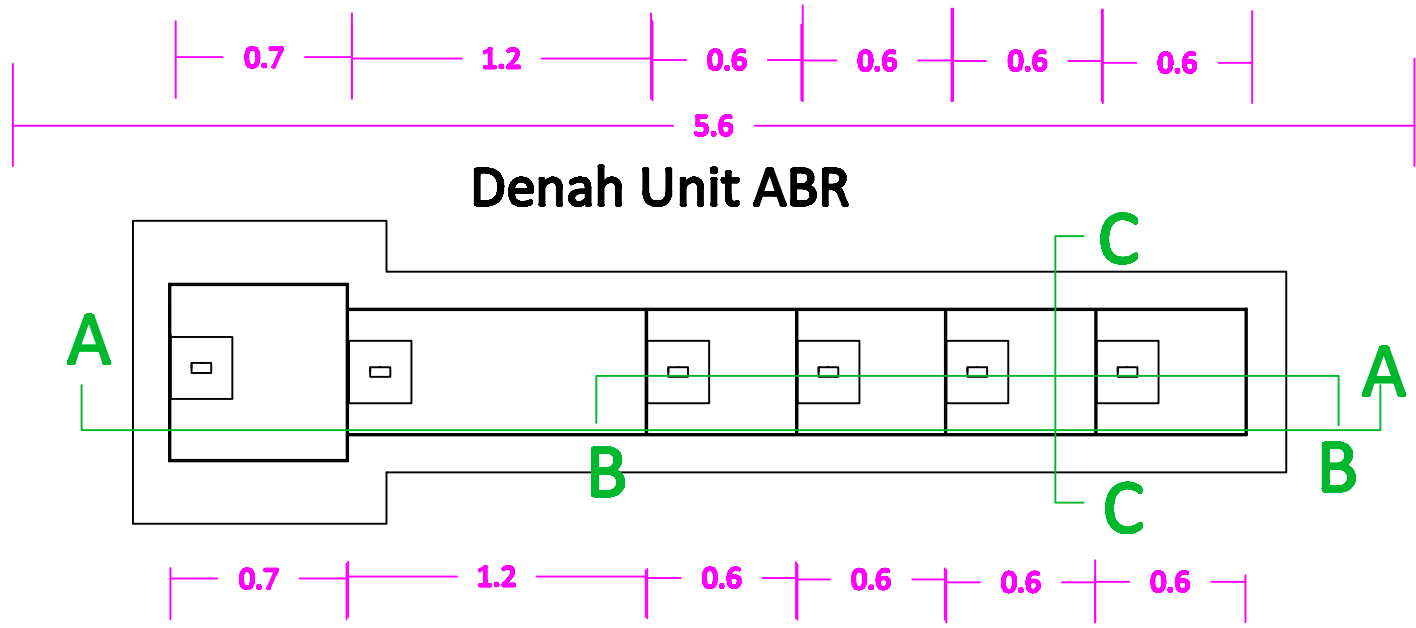
Potongan B-B



# Potongan A-A Unit ABR



# Denah Unit ABR



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR  
POTONGAN A-A UNIT ABR  
DENAH UNIT ABR

NAMA MAHASISWA  
PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

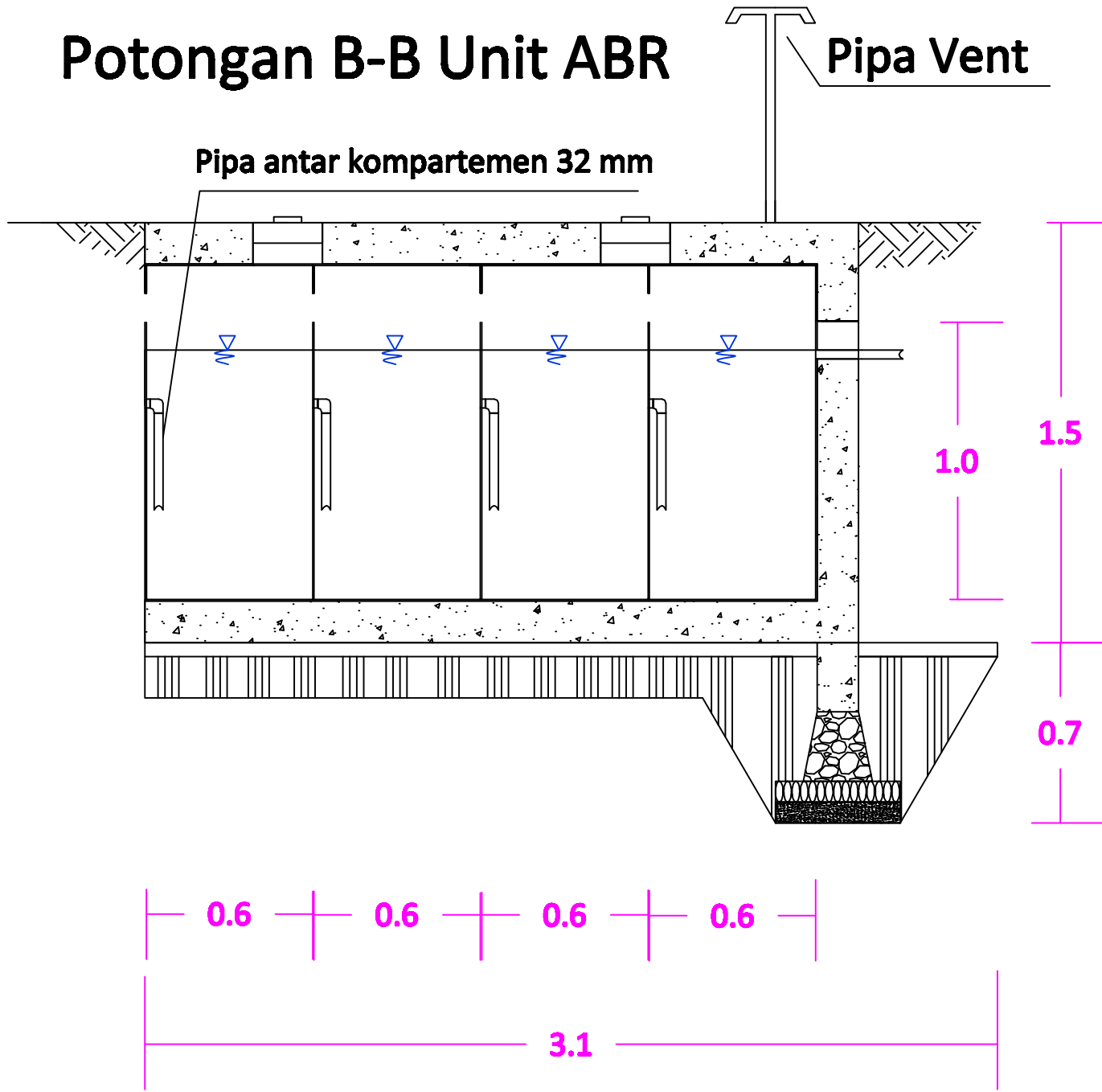
CO. DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

	: beton
	: pasir urug
	: gravel
	: lumpur
	: muka air

NOMOR GAMBAR :	SKALA GAMBAR :
5	1 : 100

# Potongan B-B Unit ABR



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

Potongan B-B  
UNIT ABR

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108





DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

-  : beton
-  : pasir urug
-  : gravel
-  : muka air

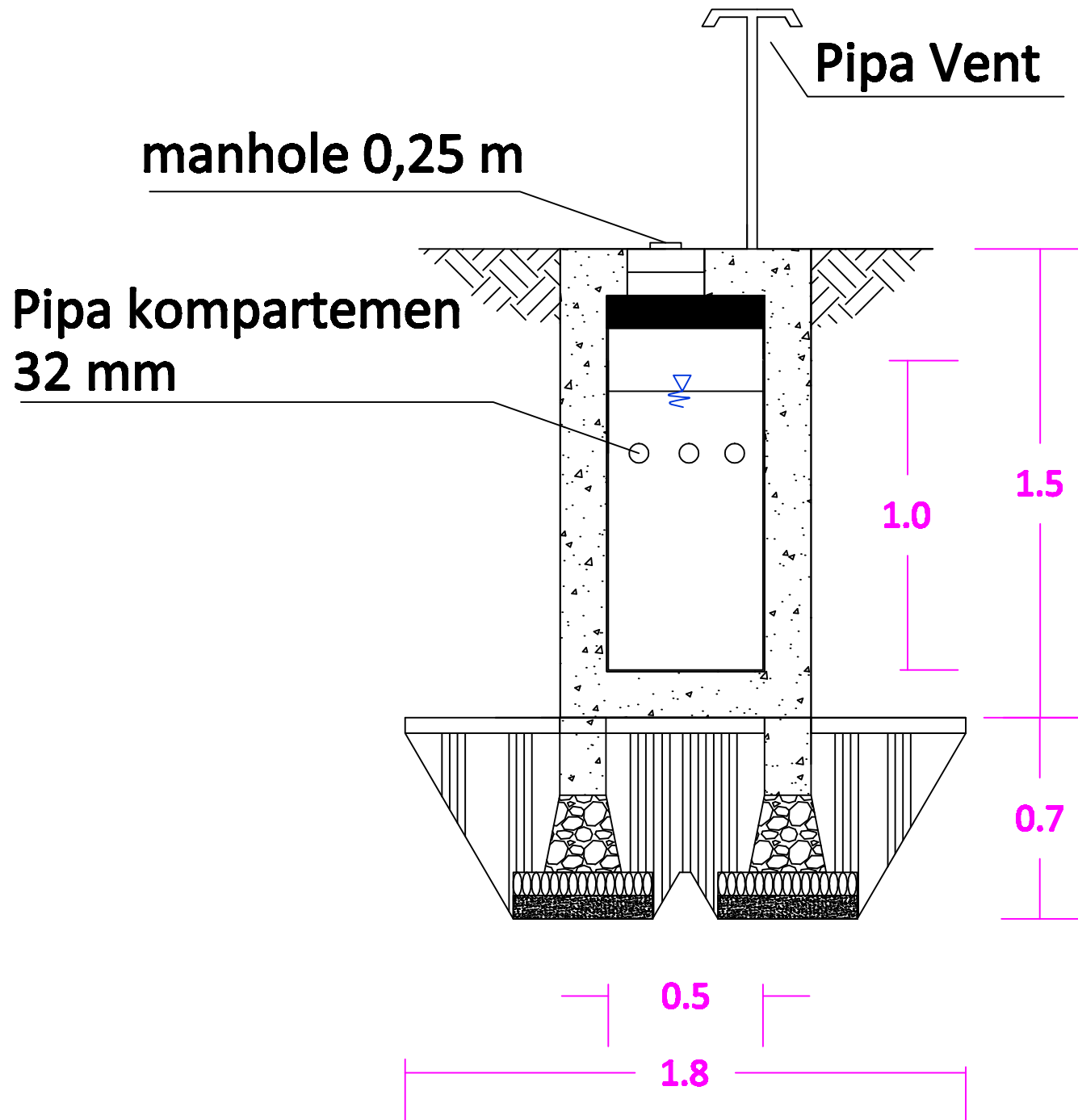
NOMOR  
GAMBAR :

6

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100

# Potongan C-C Unit ABR



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

Potongan C-C Unit ABR

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108


DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

-  : beton
-  : pasir urug
-  : gravel
-  : muka air

NOMOR  
GAMBAR :

7

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A UNIT ABF  
LAYOUT UNIT ABF

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

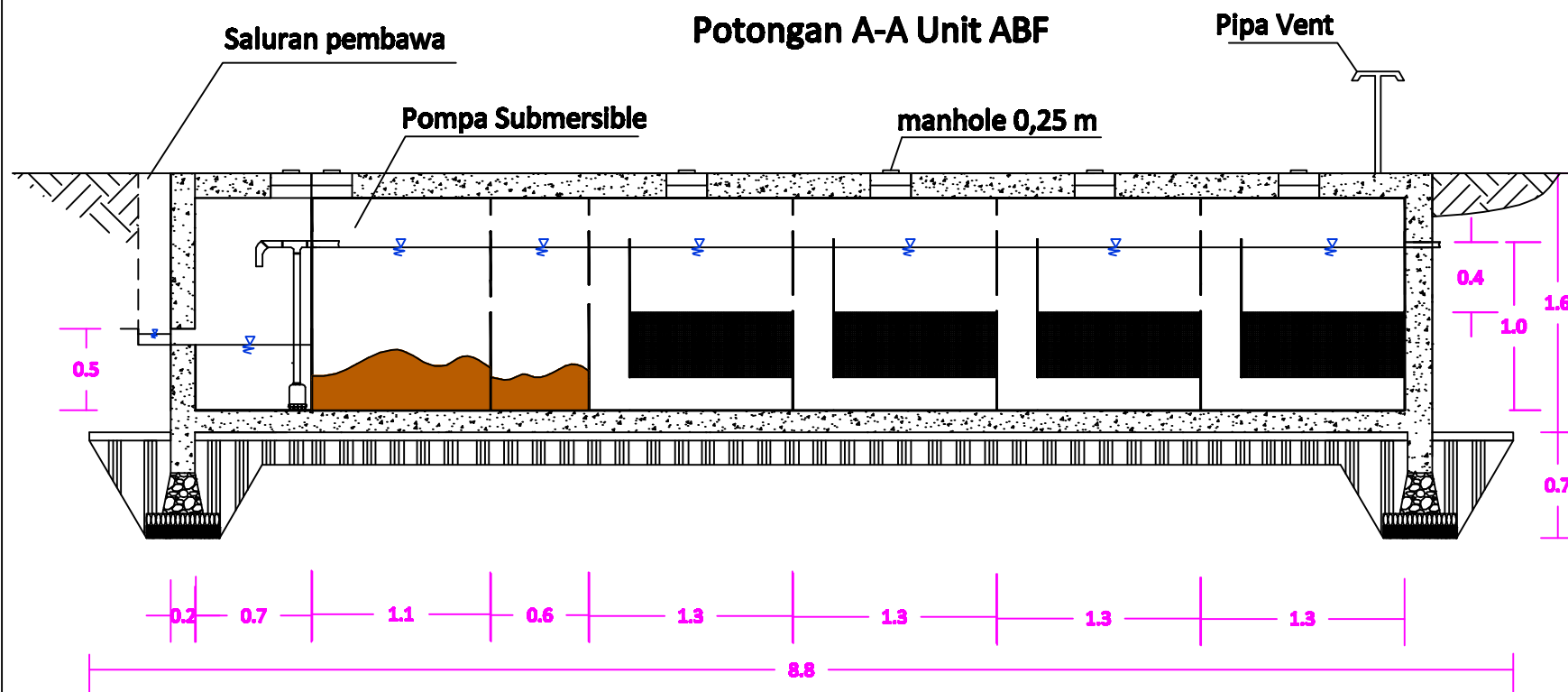
-  : beton
-  : pasir urug
-  : gravel
-  : lumpur
-  : muka air

NOMOR  
GAMBAR :

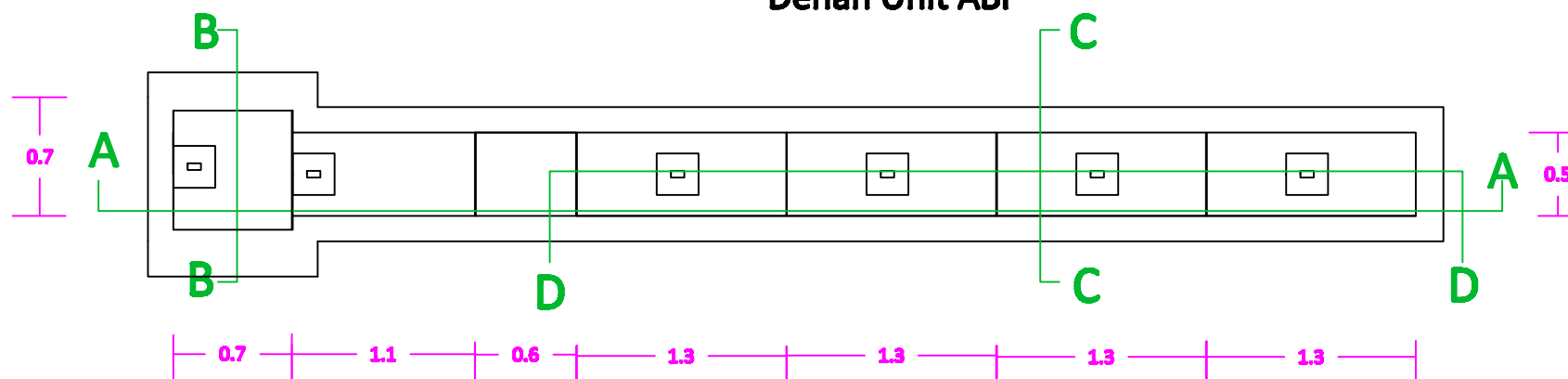
8

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100



### Denah Unit ABF







JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP ITS

JUDUL TUGAS AKHIR  
PERENCANAAN DETAIL  
ENGINEERING DESIGN (DED)  
TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)  
SEDATI MENGGUNAKAN  
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR  
DAN ANAEROBIC BIOFILTER  
MEDIA BIO BALL

JUDUL GAMBAR

POTONGAN D-D  
KOMPARTEMEN UNIT ABF

NAMA MAHASISWA

PUTRI ALIFAH MARYANI  
3312100108

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ATIEK MOESRIATI, M.KES  
NIP. 19570602 198903 2 002

CO. DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. NIEKE  
KARNANINGROEM, M.Sc  
NIP. 19550128 198503 2 001

LEGENDA

-  : beton
-  : pasir urug
-  : gravel
-  : muka air

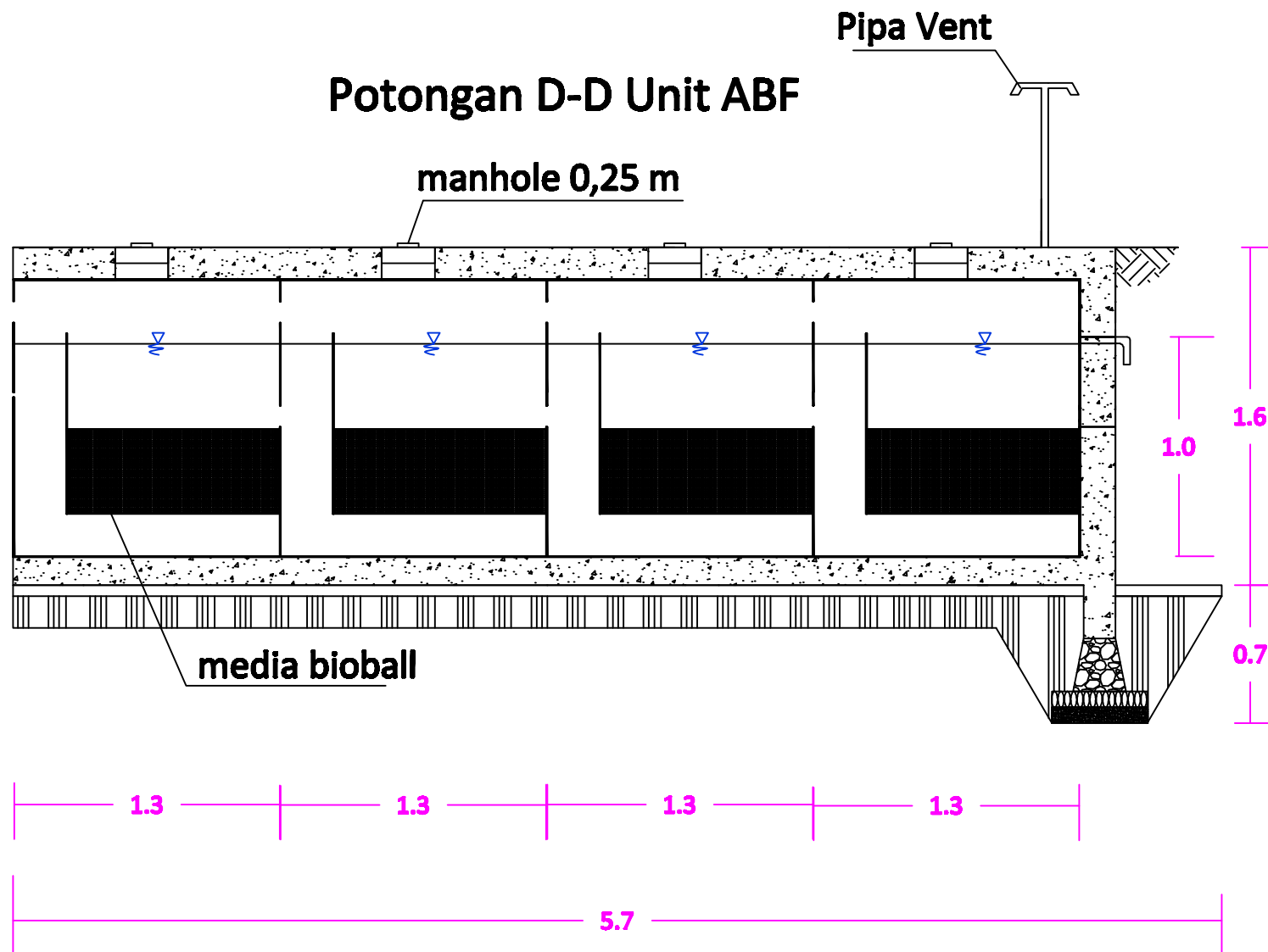
NOMOR  
GAMBAR :

9

SKALA  
GAMBAR :

1 : 100

## Potongan D-D Unit ABF



# LAMPIRAN B

## HSPK KOTA SURABAYA TAHUN 2015

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA (Rp)
24.01.01.01	Pembuatan Borewplank /Tipek		Tipek		
	Bahan/Material:				
20.01.01.28.04.05.F	Paku Biasa 2 - 5 inci	0.05	Doz	27,000.00	1,350.00
20.01.01.43.04.03.F	Kayu Meranti Usk 4/6, 5/7	0.011	M3	4,500,000.00	54,000.00
20.01.01.43.04.05.F	Kayu Meranti Belisting	0.066	M3	3,200,000.00	25,600.00
	Jumlah:				80,950.00
23.02.04.01.01.F	Upah: Mandor	0.0045	Orang Hari	120,000.00	540.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.01	Orang Hari	110,000.00	1,100.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.1	Orang Hari	105,000.00	10,500.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1	Orang Hari	99,000.00	9,900.00
	Jumlah:				22,040.00
	Nilai HSPK :				102,990.00
24.01.01.02	Pengubaran dan Pemasangan Borewplank (UNTET)		m1		
	Bahan/Material:				
20.01.02.28.04.05.F	Paku Biasa 2 - 5 inci	0.02	Doz	27,000.00	540.00
20.01.01.43.04.01.F	Kayu Meranti Papan 2/20, 4/10	0.007	M3	2,830,000.00	19,810.00
20.01.01.43.04.03.F	Kayu Meranti Usk 4/6, 5/7	0.012	M3	4,360,000.00	54,000.00
	Jumlah:				74,350.00
23.02.04.01.01.F	Upah: Mandor	0.005	Orang Hari	120,000.00	600.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.01	Orang Hari	110,000.00	1,100.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.1	Orang Hari	105,000.00	10,500.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1	Orang Hari	99,000.00	9,900.00
	Jumlah:				22,100.00
	Nilai HSPK :				96,450.00
24.01.01.03	Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan		m2		
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	Orang Hari	120,000.00	3,000.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.05	Orang Hari	95,000.00	4,950.00
	Jumlah:				7,950.00
	Nilai HSPK :				7,950.00
24.01.02.04	Pengangkutan Tanah di Lubang Galian Dalamnya Lebih Dari 1 m		m3		
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0075	Orang Hari	120,000.00	900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.15	Orang Hari	95,000.00	14,850.00
	Jumlah:				15,750.00
	Nilai HSPK :				15,750.00
24.01.02.07	Pengaliran Tanah Biasa untuk Konstruksi		m3		
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	Orang Hari	120,000.00	3,000.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.25	Orang Hari	99,000.00	24,750.00
	Jumlah:				27,750.00
	Nilai HSPK :				27,750.00

24.01.02.15	Pengururan Pasir (PRDPA1)				m <sup>3</sup>		
<b>Bahan:</b>							
20.01.01.04.01.F	Pasir Urup	1.2	M3	143,500.00		172,200.00	
						<b>Jumlah:</b>	172,200.00
23.02.04.03.01.F	Mandor	0.03	Orang Hari	120,000.00		1,200.00	
23.02.04.04.01.F	Pembantu Tukang	0.3	Orang Hari	93,000.00		29,700.00	
						<b>Jumlah:</b>	30,900.00
						<b>Nilai HSPK :</b>	203,100.00

24.02.01.22	Pemasangan (sewa) Sheet Pile Baja (tinggi = 6 m) sambak pengaman Galvan / Tabling					m <sup>3</sup>	
<b>Bahan:</b>							
20.01.01.02.04.01.F	Electrode Baja	0.2	Kg	58,100.00		11,620.00	
20.01.03.20.01.F	Gedeg Giling	2.5	kg	50,000.00		125,000.00	
23.02.05.11.03.01.F	Sewa Crane 30 ton - Min. 3 Jam (Termasuk Mobil/Operator BBM)	0.5712	Jam	139,800.00		79,853.76	
						<b>Jumlah:</b>	216,473.76
<b>Sewa Peralatan:</b>							
23.02.05.12.03.01.F	Sewa Sheet Pile WF	319.5	kg	1,100.00		351,450.00	
23.02.05.17.04.01.F	Sewa Sheet Profile C	22.7	kg	1,100.00		24,970.00	
						<b>Jumlah:</b>	376,420.00
<b>Upah:</b>							
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.1	Orang Hari	120,000.00		12,000.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.2	Orang Hari	110,000.00		22,000.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.4	Orang Hari	105,000.00		42,000.00	
23.02.04.01.05.F	Tenaga Kasir	1	Orang Hari	99,000.00		99,000.00	
						<b>Jumlah:</b>	175,000.00
						<b>Nilai HSPK :</b>	767,893.76

24.03.01.04	Lantai Kerja K-100					m <sup>3</sup>	
<b>Bahan:</b>							
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	5.75	Zak	63,000		362,250.00	
20.01.01.04.04.F	Pasir Beton	0.558125	m <sup>3</sup>	232,100		129,540.81	
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.5405283758	m <sup>3</sup>	486,000		251,885.76	
23.02.02.02.01.F	Air (bisa air tawar)	215	Liter	27		5,805.00	
						<b>Jumlah:</b>	749,481.57
<b>Upah:</b>							
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.06	Orang Hari	120,000		7,200.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang Batu	0.02	Orang Hari	110,000		2,200.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang batu	0.2	Orang Hari	105,000		21,000.00	
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.2	Orang Hari	99,000		118,800.00	
						<b>Jumlah:</b>	149,200.00
						<b>Nilai HSPK :</b>	898,681.57

24.03.01.25	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)					m <sup>3</sup>	
<b>Bahan:</b>							
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	8.4	Zak	63,000		529,200.00	
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor/Beton	0.54	M3	232,100		125,334.00	
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.81	M3	486,000		371,460.00	
20.01.01.05.01.01.F	Besi Beton Panas	210	Kg	12,000		2,520,000.00	
20.01.01.28.04.03.F	Paku Tripel/Eternit	32	Kg	22,000		70,400.00	
20.01.01.34.02.F	Plywood Uk. 122x244x3 mm	2.8	Lembar	93,600		262,080.00	
20.01.01.35.02.03.F	Kawat Ikat	3	Kg	23,000		69,000.00	
20.01.01.43.03.01.F	Kayu Kamper Babuk 4x6.5f	0.14	M3	6,400,000		896,000.00	
20.01.01.43.04.05.F	Kayu Meranti Bekisting	0.32	M3	3,200,000		1,024,000.00	
20.03.02.03.00.F	Minyak Bekisting	1.6	Liter	28,300		45,280.00	
						<b>Jumlah:</b>	5,918,754.00
<b>Upah:</b>							
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.319	Orang Hari	120,000		38,280.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.333	Orang Hari	110,000		36,630.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	1.05	Orang Hari	105,000		173,250.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.275	Orang Hari	105,000		28,875.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	1.4	Orang Hari	105,000		147,000.00	
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	6.35	Orang Hari	99,000		628,650.00	
						<b>Jumlah:</b>	1,052,565.00
						<b>Nilai HSPK :</b>	6,971,319.00

24.07.05.13	Pembuatan Bak Kontrol			Bush		
	Bahan:					
20.01.01.09.02.03.F	Bes Siku L30.30.3	11.286	Kg	9.400.000	106.088.40	
20.01.01.08.04.08.F	Electrode Baja	0.2	Kg	58.300.000	11.620.00	
20.01.01.11.04.F	Plat Besi/Baja	21.888	Kg	25.000.000	547.200.00	
20.01.01.15.04.F	Engsel H	0.478	Pasang	10.900.000	5.210.20	
				<b>Jumlah:</b>	<b>670.118.60</b>	
	Upah:					
24.01.02.09	Galian Tanah Cadas/Rabat	0.21	m3	155.700.000	32.697.00	
24.07.03.08	Pekerjaan Plat Tutup Beton (1 Pt : 2 Ps : 3 K)	0.077	m3	3.057.799.150	235.450.53	
				<b>Jumlah:</b>	<b>200.147.53</b>	
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>870.266.13</b>	

24.07.01.40	Pembongkaran Kayu			m3		
	Upah:					
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.2	Orang Hari	120.000.000	24.000.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.4	Orang Hari	110.000.000	44.000.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	4	Orang Hari	105.000.000	420.000.00	
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	2.67	Orang Hari	99.000.000	264.330.00	
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>752.330.00</b>	

24.04.01.13	Plesteran Halus 1 Pt : 1 Ps tebal 1.5 cm			m2		
	Bahan:					
20.01.01.02.02.F	Semen PC 50 Kg	0.31096	Zak	66.000.000	20.465.28	
20.01.01.04.03.F	Pener Pasang/Plester	0.034	m3	168.400.000	5.725.60	
				<b>Jumlah:</b>	<b>26.190.88</b>	
	Upah:					
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.035	Orang Hari	120.000.000	4.200.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.070	Orang Hari	110.000.000	7.700.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.15	Orang Hari	105.000.000	15.750.00	
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.7	Orang Hari	99.000.000	29.700.00	
				<b>Jumlah:</b>	<b>48.350.00</b>	
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>72.059.88</b>	

24.04.02.12	Pelapukan Waterproofing			m2		
	Bahan:					
20.01.01.06.05.01.F	Waterproof	0.35	Kg	85.000.000	29.750.00	
20.01.01.06.05.02.F	Serat Fiber	1	Lembar	10.100.000	10.100.00	
				<b>Jumlah:</b>	<b>39.850.00</b>	
	Upah:					
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0025	Orang Hari	120.000.000	300.00	
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.0075	Orang Hari	110.000.000	825.00	
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.025	Orang Hari	105.000.000	7.875.00	
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.05	Orang Hari	99.000.000	4.950.00	
				<b>Jumlah:</b>	<b>13.950.00</b>	
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>53.800.00</b>	

## LAMPIRAN C

### PERHITUNGAN PROYEKSI PENJUAL

- Data Penjual

Tahun	Jumlah Penjual	Pertumbuhan Jumlah Penjual	
		Jiwa (Y)	%
2010	20	0	0
2012	20	0	0
2013	20	0	0
2014	20	0	0
2015	20	0	0
2016	25	5	20,000
Jumlah	125	5	20,000
Rata-rata			4,000
Standar Deviasi			8,164965809
Batas Atas Data			12,16496581
Batas Bawah Data			4,164965809

- Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penjual	Metode Aritmatik				
		X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
2010	20	0	0	0	0	0
2011	20	1	0	1	0	0
2012	20	2	0	4	0	0
2013	20	3	0	9	0	0
2014	20	4	0	16	0	0
2015	25	5	5	25	25	25
Jumlah	125	15	5	55	25	25
r			0,655			

- Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penjual	Metode Geometrik				
		X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
2010	20	1	1	2,996	8,974	2,996
2011	20	2	4	2,996	8,974	5,991
2012	20	3	9	2,996	8,974	8,987
2013	20	4	16	2,996	8,974	11,983
2014	20	5	25	2,996	8,974	14,979
2015	25	6	36	3,219	10,361	19,313
	125	21	91	18,198	55,233	64,249

- Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penjual	Metode Least Square				
		X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
2010	20	1	1	20	400	20
2011	20	2	4	20	400	40
2012	20	3	9	20	400	60
2013	20	4	16	20	400	80
2014	20	5	25	20	400	100
2015	25	6	36	25	625	150
	125	21	91	125	15625	450
r		0,026				

Metode yang digunakan adalah metode Geometrik, karena metode ini cocok dengan data eksisting kurang dari 10 tahun.

- Total Penjual

	Tahun	Jumlah Penjual
r = 0,925	2016	25
	2017	26
	2018	28
	2019	29
	2020	30
	2021	32
	2022	34
	2023	35
	2024	37
	2025	39
	2026	41
	2027	43
	2028	45
	2029	47

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dalam perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah TPI Sedati antara lain :

1. Didapatkan total dimensi unit Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah :
  - *Anaerobic Baffle Reactor* :
    - Panjang = 5,6 m
    - Lebar = 1,8 m
    - Tinggi = 1,5 m
  - *Anaerobic Biofilter Media Bioballs*
    - Panjang = 8,8 m
    - Lebar = 1,8 m
    - Tinggi = 1,6 m
2. Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari unit Menghitung Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) antara lain :
  - *Anaerobic Baffle Reactor* = Rp 64.319.391,00
  - *Anaerobic Biofilter* = Rp 124.851.161,00
3. Berdasarkan beberapa aspek perbandingan antara lain luas lahan, volume bangunan, efisiensi penyisihan COD, efisiensi penyisihan BOD serta Rencana Anggaran Biaya (RAB), maka dipilih alternatif pengolahan menggunakan *Anaerobic Baffle Reactor* karena lebih menguntungkan dan tepat digunakan di TPI Sedati.

#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Perlu dibuat (Standard Operational Procedure) bagi para penjual ikan agar penjual tetap menjaga kebersihan lokasi TPI
2. Saluran pengumpul air limbah perlu direncanakan kembali agar aliran air limbah dapat berjalan lancar tanpa menimbulkan pengendapan
3. Dapat dilakukan penambahan bakteri Anammox untuk mereduksi nilai total nitrogen yang besar pada air limbah

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional: Surabaya.
- Anonymous, 2007. *Data Potensi Peternakan, Perikanan dan Kelautan Jakarta Utara*. Jakarta: Suku Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kotamadya Jakarta Utara.
- Battistoni P, G Fava, dan A Gato. 1992. Fish Processing Wastewater: Emission Factors and High Load Tricking Filters Evaluation. *Wat Sci Tech* Vol. 25(1): 1-8.
- Barber, W.P. dan STUCKEY D.C. 1999. The Use of Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment- A review. In: *Wat. Res* 33,7.
- Bachmann, A., Beard, V.L., dan McCarty, P.L. 1984. Performance Characteristics of the Anaerobic Baffled Reactor. *Journal of Water Resources*, 19, hal. 99-106.
- Bergheim, A., Kristiansen, R., Kelly, L., 1993. Treatment and utilization of sludge from landbased farms for salmon. In: Wang, J.-K. (Ed.), *Techniques for Modern Aquaculture*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, pp. 486–495.
- Bilotta, G. S. and Brazier, R. E.: Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota, *Water Res.*, 42, 2849–2861, 2008.
- Brdjanovic D., C.M. Hooijmans, G.J. Alaert, J.J. Heijnen, M.C.M. Van Loosdrecht, dan P. Versteeg. 2000. Modelling COD, N and P Removal in A Full Scale WWTP Haarlem Waarderpolder. *Wat Res* Vol. 34 (3): 846-858.
- Foxon, K.M., Pillay, S. Lal Bahadur, T., Rodda, N., Holder, F., Buckley, C.A. 2004. The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for On-Site Sanitation. *Water SAVol* 30, No. 5, hal. 44-50.
- Grady, C. P. L.Jr. dan H. Lim. 1980. *Biological Wastewater Treatment. Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Lumaningsih, Nidya Sukadi. 2014. – *Indonesian Journal on Networking and Security* - ISSN: 2302-5700

- Lubis, E. 2006. Buku I: Pengantar Pelabuhan Perikanan. Bogor: Laboratorium Pelabuhan Perikanan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Mahyuddin, B. 2007. Pola Pengembangan Pelabuhan Perikanan dengan Konsep Triptyque Portuaire: Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Mansell B.O dan E. D. Schroeder. 1999. Biological Denitrification in A Continuous Flow Membran Reactor. *Wat. Res* 33 (8), 1845-1850.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3rd ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2004. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3rd ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Morel, A., dan Diener, S. 2006. *Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of different treatment systems for households or neighbourhoods*. Switzerland: SANDEC.
- Oktavia, Lily. 2013. *Peningkatan Kualitas Efluen Limbah Cair Pencucian Ikan Menggunakan Modifikasi Bio-rack Wetland*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS
- Santoso, Arga. 2015. *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Alternatif Media Biofilter (Studi Kasus : Kejawan Gebang Kelurahan Keputih Surabaya)*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS
- Sasse, L., Borda (Editor). 1998. *DEWATS. Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen: Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA).
- Singh, S. 2009. *Performance of an Anaerobic Baffled Reactor and Hybrid Constructed Wetland Treating High-Strength Wastewater in Nepal- A model for DEWATS*. In: *Ecological Engineering* 35, 654-660.
- Tilley, E. 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2<sup>nd</sup> Revised Edition. Duebendorf,

- Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Tchobanoglous, G., F.L. Burton, dan H.D. Stensel. 2003. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, 4th Edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 1819 pp.
- Veranita, D. 2001. Studi Tentang Karakteristik Limbah Cair Industri Pengolahan Tuna Beku di PT. Indomaguro Tunas Unggul, Jakarta. Skripsi. Bogor: Jurusan THP FKIP-IPB.
- Zayed, G dan J. Winter. 1998. Removal Of Organic Pollutants And Of Nitrate From Wastewater From The Dairy Industry By Denitrification. *Appl Microbiol Biotechnol* 49: 469-474.

## BIOGRAFI PENULIS



Putri Alifah Maryani adalah seorang mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP ITS angkatan 2012. Penulis memiliki hobi traveling dan gemar menuliskan ceritanya dalam blog. Penulis aktif di kegiatan organisasi mahasiswa dan kepanitiaan. Penulis pernah menjadi Sekretaris 1 HMTL FTSP ITS periode 2014/2015 dan sekretaris ITS EXPO 2014.

Penulis lahir pada tanggal 28 Juni 1994 di Surabaya. Penulis merupakan alumni dari SMP Muhammadiyah 5 Surabaya dan SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Selepas SMA, penulis melanjutkan studinya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Setelah lulus dari jenjang sarjana, penulis berniat untuk melanjutkan kuliah pascasarjana di IHE-UNESCO, Delft, Belanda

Penulis dapat dihubungi di alamat email:

[putrimarjani@gmail.com](mailto:putrimarjani@gmail.com)