

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PADA PABRIK TAHU MAJU JAYA, PIYUNGAN, BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Difa Sukma Rahardiyana

15513128

ABSTRACT

This research was based on the unavailability of wastewater treatment plants (WWTP) in large industries and MSMEs. The selection of the title of the research is based on the lack of awareness of industrial entrepreneurs to treat liquid waste, especially the making tofu industry. The purpose is to design WWTP at Tahu Maju Jaya Factory by using Aerobic Biofilter, Anaerobic Biofilter, and Aerobic-Anaerobic Biofilter (Combined), and Comparing between the three biofilter technologies both in terms of removal efficiency, area of land used, operational, and also the costs that will be used in the Tofu Maju Jaya Factory. The method used uses the scoring method and the selected WWTP treatment technology is using anaerobic-aerobic biofilter unit with a criterion value of 4.35. Based on laboratory testing, the quality of BOD₅, COD, TSS, TDS, pH, temperature obtained the average results of all the parameters are 1451.98 mg / l, 2420 mg / l, 491.80 mg / l, 1121.50 mg / l, 5.5 and 38.42°. Estimates of effluent results obtained for each BOD₅ and COD parameters are 18.15 mg / l and 30.25 mg / l. The design of the WWTP system planning that will be applied is like an equalization basin, anaerobic, an aerobic, clarifier, and temporary storage basin. The available land is limited to the total length and width of the land 8 m x 6.5 m. The budget for the first alternative is Rp 42,061,493 and the second alternative is Rp 66,655,889. From the results that have been obtained are very important for wastewater treatment so as not to pollute the surrounding environment and nature.

Keywords: WWTP Design, Effluent, Scoring Method

ABSTRAK

Penelitian ini dibuat berdasarkan belum tersedianya instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada industri besar maupun UMKM. Pemilihan judul penelitian didasarkan karena kurang sadarnya para pengusaha industri untuk mengolah limbah cair khususnya industri pembuatan tahu. Tujuan untuk mendesain IPAL di Pabrik Tahu Maju Jaya dengan menggunakan Biofilter Aerobik, Biofilter Anaerobik, dan Biofilter Aerobik-Anaerobik (Gabungan), dan Membandingkan antara ketiga teknologi biofilter baik dari segi efisiensi removal, luas lahan yang digunakan, operasional, dan juga biaya yang akan di gunakan di Pabrik Tahu Maju Jaya. Metode yang dipakai menggunakan metode scoring dan terpilih teknologi pengolahan IPAL yaitu dengan menggunakan unit biofilter anaerobik – aerobik dengan nilai kriteria 4,35. Berdasarkan pengujian laboratorium, kualitas BOD₅, COD, TSS, TDS, pH, suhu diperoleh hasil rata – rata keseluruhan parameter secara berturut-turut adalah 1451,98 mg/l, 2420 mg/l, 491,80 mg/l, 1121,50 mg/l, 5.5, dan 38,42°. Perkiraan hasil effluent yang didapatkan pada masing – masing parameter BOD₅ dan COD adalah 18,15 mg/l dan 30,25 mg/l. Desain perencanaan sistem IPAL yang akan diterapkan adalah bak ekualisasi, bak anaerobik, bak aerobik, clarifier, dan bak penampung sementara. Lahan yang tersedia terbatas dengan panjang dan lebar total lahan 8 m x 6,5 m. Anggaran biaya untuk alternatif pertama sebesar Rp 42.061.493 dan alternatif kedua sebesar Rp 66.655.889. Dari hasil yang telah didapat sangat penting bagi pengolahan air limbah agar tidak mencemari lingkungan sekitar dan alam.

Kata kunci : Desain IPAL, Effluent, Metode Skoring

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan didukung dengan peningkatan di sektor pembangunan perekonomian telah memicu terjadinya perubahan terhadap kualitas lingkungan di kota Yogyakarta.

Kebutuhan bahan pangan semakin meningkat. Meningkatnya harga bahan pangan banyak masyarakat membeli kebutuhan pangan lebih murah seperti bahan pangan tahu semisalnya. Dampak yang diakibatkan banyaknya dan menjamurnya industri tahu di Indonesia. Salah satu permasalahan yang akan dihadapi ialah peningkatan jumlah timbulan air limbah di industri tahu. Selama ini, sarana pembuangan air limbah industri atau pabrik tahu di Indonesia ada yang sudah menggunakan IPAL, namun beberapa masih belum menggunakan IPAL sebagai pengolahan air limbahnya sebelum di buang ke badan air. Oleh karena itu, diperlukan suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang nantinya diharapkan dapat mengurangi mengurangi tingginya kandungan kadar BOD, COD, dan TSS di lingkungan pada pabrik tahu. Berikut beberapa penelitian terdahulu pada **Tabel 1**:

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

Judul	Tahun	Peneliti	Hasil
Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob Dan Aerob	1999	Ir. Nusa Idaman Said, M.Sc. dan Heru Dwi Wahjono	Dari hasil uji coba kombinasi proses pengolahan aerobik-anaerobik, dapat menurunkan konsentrasi BOD dari 585 mg/lit menjadi 62 mg/lit, COD turun dari 1252 mg/lit menjadi 148 mg/lit, dan padatan tersuspensi (SS) turun dari 429 mg/lit menjadi 26 mg/lit. Dengan kombinasi proses biofilter anaerob-aerob didapatkan efisiensi penghilangan BOD 89,4%, COD 88,2% dan SS 94%.
Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat	2007	Fibria Kaswinarni	Hasil penelitian untuk pengolahan limbah padat pada

**dan Cair Industri
Tahu**

setiap industri adalah dengan menjual ampas tahu, dibuat pakan ternak, tempe gembus, kerupuk ampas tahu dan roti kering. IPAL Tandang membutuhkan luas lahan 880 m² biaya investasi sebesar ± Rp.2.657.163.236, beban biaya bangunan/m³ limbah ± Rp.115.528.836, biaya operasional/bulan ± Rp.5.251.860, effluen memenuhi syarat (TSS : 66 mg/l, BOD₅ : 24,00 mg/l , COD : 125,5 mg/l), debit : 23 m³ /detik, biaya operasional/m limbah/ hari ± Rp.1.167, waktu tinggal 14 hari, pipa flaring tidak difungsikan. IPAL Sederhana Kendal membutuhkan luas lahan 220 m² , biaya investasi sebesar ± Rp.411.566.509, beban biaya bangunan/m³ limbah ± Rp.11.759.043, biaya operasional/bulan ± Rp.1.000.000, effluen memenuhi syarat (TSS : 62 mg/l, BOD₅ : 57,60

			<p>mg/l , COD : 203,2 mg/l), debit : 35 m³/detik, biaya operasional/m³ limbah/hari ± Rp.834, waktu tinggal 7,5 hari, pipa flaring berfungsi. IPAL Gagak Sipat Boyolali membutuhkan luas lahan 25 m , biaya investasi sebesar ± Rp.31.397.509, beban biaya bangunan/m³ limbah ± Rp.5.232.918, biaya operasional/bulan ± Rp.60.000, effluen tidak memenuhi syarat (TSS : 116 mg/l, BOD₅ : 337,9 , COD : 759,8 mg/l), debit : 6 m³/detik, biaya operasional/m³ limbah/hari ± Rp.400, waktu tinggal 6 hari, biogas dimanfaatkan. Hasil analisis SWOT yaitu pada masing-masing industri tahu efisiensi pemakaian air masih rendah.</p>
<p>Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Dengan Menggunakan Kombinasi Sistem</p>	2014	<p>Diana Khusna Mufida, Moh. Sholichin Dan Chandrawati Cahyani</p>	<p>Dari pengolahan yang dilakukan dengan kombinasi sistem anaerobik – aerobik menggunakan biofilter didapatkan perkiraan <i>effluent</i></p>

Anaerobik-aerobik Pada Pabrik Tahu “DUTA” Malang			yang mampu memenuhi baku mutu air limbah untuk BOD , COD, TSS dan pH berturut – turut yaitu 15,9; 22,0; 1,5 mg/L dan pH 6,50.
Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik–Aerobik Kontinyu	2015	Abas Sato, Priyo Utomo, Hafid Sustantyo Bima Abineri	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan terbaik diperoleh pada variabel waktu tinggal ke-8 dengan kadar COD effluent sebesar 243,85 mg/L, TSS sebesar 87,15 mg/L dan pH sebesar 7,09.
Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur	2016	Marhadi	Debit air limbah pabrik tahu Bapak Ahmad Yamin Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur adalah 38,16 m ³ /hari Efisiensi penurunan parameter kualitas limbah cair dari perencanaan instalasi air limbah diturunkan menjadi BOD 581 mg/l menjadi 26 mg/l.
Studi Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu “3 SAUDARA” Malang Dengan Kombinasi Biofilter Anaerobik–Aerobik	2017	Masfufahut Thohuroh, Donny Harisuseno dan Rini Wahyu Sayekti.	Hasil pengolahan air limbah oleh IPAL yang direncanakan tidak menghasilkan lumpur dengan kandungan BOD 5, COD, TSS dan pH berturut – turut sebesar 51,95 mg/L, 296,40 mg/L, 1,20 mg/L dan 7,5.

Studi Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik- Aerobik	2017	Shafiya Sausan Hidayati , Donny Harisuseno dan Rini Wahyu Sayekti	diperoleh hasil <i>effluent</i> yang mampu memenuhi baku mutu sehingga layak dibuang ke badan penerima air. Perkiraan <i>effluent</i> hasil pengolahan sebesar BOD = 10,53 mg/L, COD = 128,19 mg/L, TSS = 3,96 mg/L dan pH = 7,5. Perkiraan perolehan biogas secara teoritis yang diperoleh dari nilai COD sebesar 516,31 m ³ untuk setiap harinya
Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya	2017	Agung Wahyu Pamungkas dan Agus Slamet	Hasil evaluasi ditetapkan Anaerobik Filter sebagai model tipikal pabrik tahu terpilih. Pemilihan ini didasarkan pada efisiensi penurunan kualitas limbah dan penggunaan lahan. Pada industri dengan kapasitas produksi kecil digunakan unit digester dan unit Anaerobik Filter dengan 1 tangki filter. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 200.571.373. Pada industri dengan kapasitas produksi menengah digunakan unit digester dan unit Anaerobik Filter dengan 3 tangki

filter. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 312.668.316. Pada industri dengan kapasitas produksi besar digunakan unit digester dan unit Anaerobik Filter dengan 6 tangki filter. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 507.239.001.

2. METODE PENELITIAN

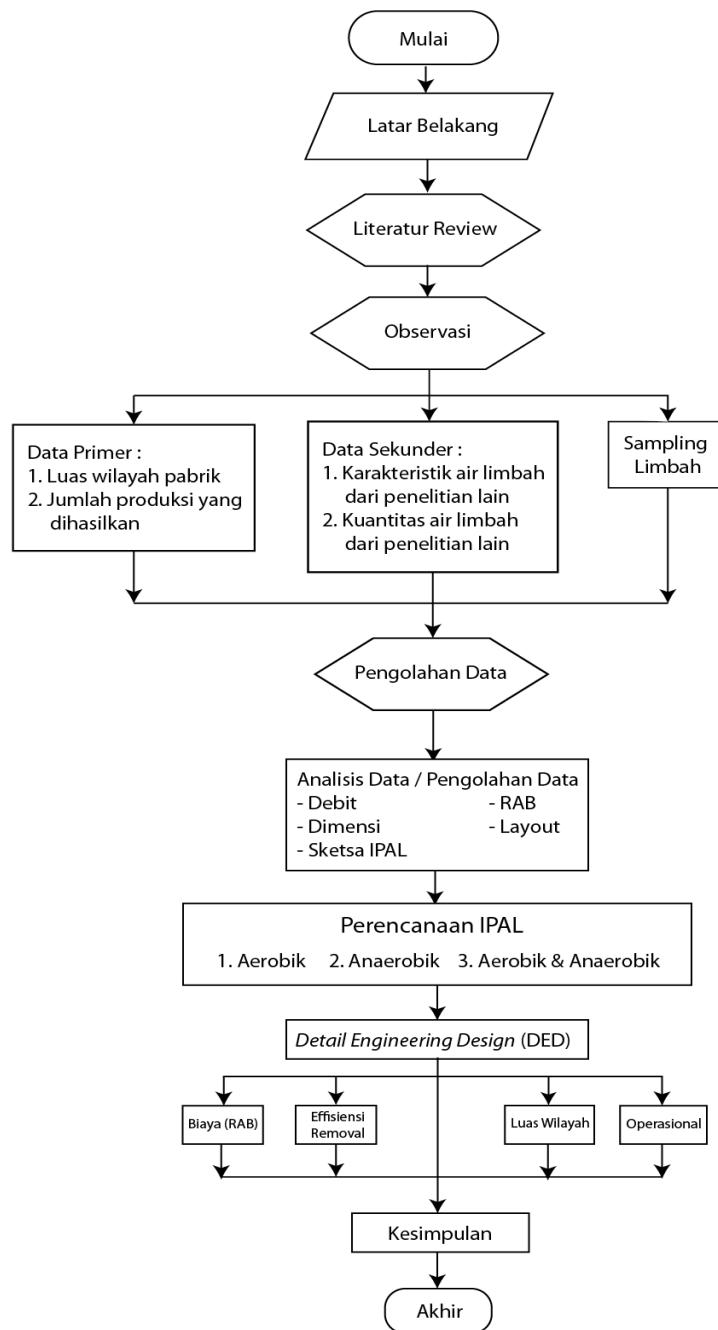
Penelitian yang dikerjakan merupakan penelitian dalam bidang perencanaan atau perancangan. Peneliti pada penelitian ini, akan merancang dan merencanakan Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Air limbah yang didapatkan dan diolah diambil dari pabrik tahu.

2.1 Alat dan Bahan

- Meteran
- Laptop
- Printer
- Kertas A4
- Data Primer dan Sekunder

2.2 Cara Kerja

Untuk melakukan penelitian ini, ada beberapa tahapan-tahapan dalam melaksanakan Perencanaan Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Berikut skema kerangka penelitian pada **Gambar 1** :



Gambar 1 Skema Kerangka Penelitian

Dalam pemilihan teknologi yang akan digunakan menggunakan metode skoring untuk menentukan teknologi dengan penentuan score (nilai) berdasarkan beberapa kriteria. Berikut hasil metode scoring pada **Tabel 2** :

Tabel 2 Skoring Kriteria Perencanaan IPAL

Kriteria	Pembobotan	Teknologi Pengolahan Air Limbah			Referensi
		Biofilter Anaerobik	Biofilter Aerobik	Biofilter Anaerobik-Aerobik	
Perencanaan					
Luas area diperlukan	10%	5	5	4	N.Said dan Heru,1999
Gangguan bau dan bising	5%	4	4	4	N.Said dan Heru,1999
Desain dan Konstruksi					
Pembangunan yang bertahap	5%	3*	4**	5**	*(Fibria,2007), **(N.Said dan Heru,1999)
Struktur dan peralatan mekanik yang mudah	5%	4*	4*	4**	*(S.Hidayati dkk, 2017), **(N.Said dan Heru,1999)
Kebutuhan alat listrik dan mekanik	10%	4	4	4	N.Said dan Heru,1999
Biaya					

Biaya investasi	10%	4*	4**	4*	*(N.Said dan Heru,1999), ** (Fibria, 2007)
Biaya operasi	10%	4	4	5	N.Said dan Heru,1999
Operasi dan Perawatan					
Kemudahan Pengoperasian	10%	4	4	4	N.Said dan Heru,1999
Kemudahan Pemeliharaan	10%	4	4	4	N.Said dan Heru,1999
Kinerja					
Sensitivitas terhadap perubahan debit influen	5%	4**	5**	5*	*(N.Said dan Heru,1999), ** (Mufida dkk, 2014)
Kesesuaian dengan baku mutu	10%	4**	4*	5*	*(N.Said dan Heru,1999), ** (Mufida dkk, 2014)
Kualitas Lumpur yang dihasilkan	5%	4	5	5	N.Said dan Heru,1999
Reabilitas kinerja	5%	4	4	4	N.Said dan Heru,1999
Total	100%	4,05	4,2	4,35	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Luas Lahan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Tempat perencanaan pengolahan air limbah (IPAL) akan dibangun di pabrik tahu Maju Jaya yang berlokasi di Jalan Pranti Mandungan, Onggoparum, Srimulyo, Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55792. Di dalam kawasan pabrik tahu tersebut terdapat lahan kosong yang dapat digunakan untuk dijadikan tempat pembangunan atau peletakan teknologi pengolahan limbah yang telah direncanakan. Pada lahan kosong tersebut terdapat satu pohon jenis mangga dan kandang kambing pemilik pabrik. Lahan yang digunakan untuk perencanaan terbatas hanya sekitar $\pm 5,7\text{m} \times 2,7\text{m}$ untuk luas lahan perencanaan 1, $\pm 3,5\text{m} \times 3,4\text{m}$ untuk luas lahan perencanaan 2, $\pm 2,3\text{m} \times 2,1\text{m}$ untuk luas lahan perencanaan 3. Sehingga panjang dan lebar total keseluruhan adalah $8\text{ m} \times 6,5\text{ m}$. Berikut lokasi, denah lahan, dan kondisi eksisting dapat dilihat pada **Gambar 2** :



Gambar 2 (a) Lokasi Perencanaan; (b) Denah Pabrik Tahu Maju Jaya
(c) Kondisi Lahan Dari Depan Pabrik

Dikarenakan terbatas lahan nya maka, dibuat opsi atau alteratif dalam perencanaan IPAL. Ada dua alternatif dalam menentukan kesesuaian layout dengan lahan. Berikut 2 alternatif yang direncanakan:

a. Alternatif 1

Pada alternatif ini, perlu diadakan pengadaan lahan demi menunjang perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik maju jaya.

b. Alternatif 2

ada alternatif ini, berbeda dengan alternatif sebelumnya. Disebabkan adanya terbatasnya lahan yang akan bangun IPAL, maka harus menggunakan lahan yang ada dan meningkatkan atau mengoptimalkan unit perencanaan pengolahan limbah yang telah direncanakan. Alternatif ini, perlu adanya perombakan seperti tata letak unit yang minimalis namun juga tetap optimal seperti pembangunan unit secara bertingkat agar lahan dan perubahan unit yang sudah direncanakan dengan unit lainnya yang optimal namun juga minimalis dalam penggunaan lahan.

Selain mengoptimalkan unit teknologi pengolahan air limbah, dapat juga mengoptimalkan lahan yang ada seperti relokasi kandang kambing yang ada di lahan yang akan direncanakan ketempat yang lain dan penebangan serta pencabutan pohon pada area atau lahan tersebut.

3.2 Karakteristik Limbah Yang Akan Diolah

Hasil pengujian data karakteristik Pabrik Tahu Maju Jaya yang diperoleh dapat di lihat pada **Tabel 2** di bawah ini :

Tabel 3 Data Karakteristik Pabrik Tahu Maju Jaya

Parameter	Proses	Industri Tahu X	Baku Mutu
BOD	Perendaman	242,4	150 mg/L
	Pencucian	484,3	
	Penggumpalan	2903,5	
	Pencetakan	1935,8	
	Outlet	1693,9	

COD	Perendaman	695	300 mg/L
	Pencucian	1168	
	Penggumpalan	4081	
	Pencetakan	4348	
	Outlet	1808	
TSS	Perendaman	196	200 mg/L
	Pencucian	143	
	Penggumpalan	1046	
	Pencetakan	696	
	Outlet	378	
TDS	Perendaman	361	2000 mg/L
	Pencucian	187	
	Penggumpalan	2070	
	Pencetakan	1459,5	
	Outlet	1530	
Suhu	Perendaman	29,4	3°C terhadap suhu udara
	Pencucian	30,1	
	Penggumpalan	55	
	Pencetakan	46	
	Outlet	31,6	
pH	Perendaman	6	
	Pencucian	7	
	Penggumpalan	4	
	Pencetakan	5	
	Outlet	5,5	

3.3 Kuantitas Air Limbah Yang Akan Diolah

Hasil data kuantitas air limbah Pabrik Tahu Maju Jaya yang diperoleh dapat di lihat pada **Tabel 3** di bawah ini :

Tabel 4 Data Debit Air Limbah Pabrik Maju Jaya

Proses	Jumlah kedelai rata - rata	kebutuhan air	debit air limbah terukur
	kg/hari	liter/hari	liter/hari
Perendaman		358,8	277,4
Pencucian	153	527,75	493,72
Penggilingan		676,05	-

Pemasakan	642,67	-
Filtrasi	1265,08	-
Penggumpalan	469,92	941,00
Pencetakan	-	888,25
rata - rata	3940,3	2600,4

3.4 Beban Pengolahan

Pada perencanaan IPAL perlu menghitung beban pengolahan. Hasil beban pengolahan air limbah tersebut didapatkan dari besaran parameter sebelum perencanaan yang dikalikan dengan efisiensi masing-masing unit perencanaan dari masing-masing parameter. Berikut tabel beban pengolahan perencanaan IPAL di Pabrik Tahu Maju Jaya dapat dilihat pada **Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8** :

Tabel 5 Beban Pengolahan Perencanaan

Parameter	Konsentrasi (g/m ³)	Debit (m ³ /hari)	Beban Pengolahan	
			g/hari	kg/hari
pH	5,5	-	-	-
BOD	1693,9	4	6775,60	6,78
COD	1808	4	7232,00	7,23
TSS	378	4	1512,00	1,51

Tabel 6 Effisiensi Bak Anaerobik

Bak Anaerobik							
Parameter	Influent (g/hari)	Influent (kg/hari)	%	Inf. Removal (g/hari)	Inf. Removal (kg/hari)	Effluent (g/hari)	Effluent (kg/hari)
BOD**	6775,60	6,78	80 %	5420,48	5,42	1355,12	1,36
COD*	7232,00	7,23	80 %	5785,60	5,79	1446,40	1,45
TSS**	1512,00	1,51	80 %	1209,60	1,21	302,40	0,30

Sumber : *Fibria, **Nusa Idaman & Heru

Tabel 7 Effisiensi Bak Aerobik

Bak Aerobik							
Parameter	Influent (g/hari)	Influent (kg/hari)	%	Inf. Removal (g/hari)	Inf. Removal (kg/hari)	Effluent (g/hari)	Effluent (kg/hari)
BOD *	67,76	1,36	75%	50,82	1,02	16,94	0,34
COD **	72,32	1,45	75%	54,24	1,08	18,08	0,36
TSS ***	15,12	0,30	75%	11,34	0,23	3,78	0,08

Sumber : *Yuniarti, **S.Hidayanti, *D.Mufida**

Tabel 8 Effisiensi Clarifier

Bak Clarifier / Sedimentasi Akhir							
Parameter	Influent (g/hari)	Influent (kg/hari)	%	Inf. Removal (g/hari)	Inf. Removal (kg/hari)	Effluent (g/hari)	Effluent (kg/hari)
BOD	0,85	0,34	88 %	0,75	0,30	0,10	0,04
COD	0,90	0,36	73 %	0,66	0,26	0,24	0,10
TSS	0,19	0,08	50 %	0,09	0,04	0,09	0,04

Sumber : Metchalft & Eddy

Tabel 9 Perbandingan Dengan Baku Mutu

Parameter	Effluent		PP No. 82 Tahun 2001		Perda DIY No. 7 Tahun 2016
	g/hari	kg/hari	mg/l	mg/l	mg/L
BOD	0,10	0,04	0,03		3
COD	0,24	0,10	0,06		25
TSS	0,09	0,04	0,02		50

3.5 Perhitungan Desain Perencanaan IPAL

3.5.1 Alternatif 1

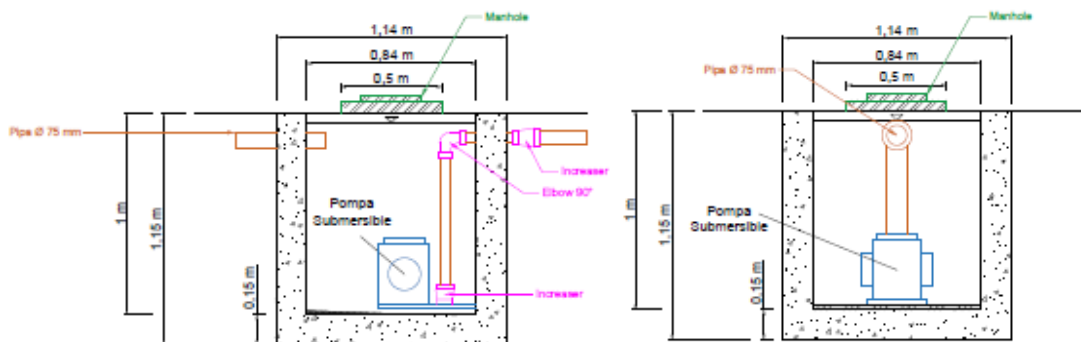
a. Desain Unit Bak Ekualisasi

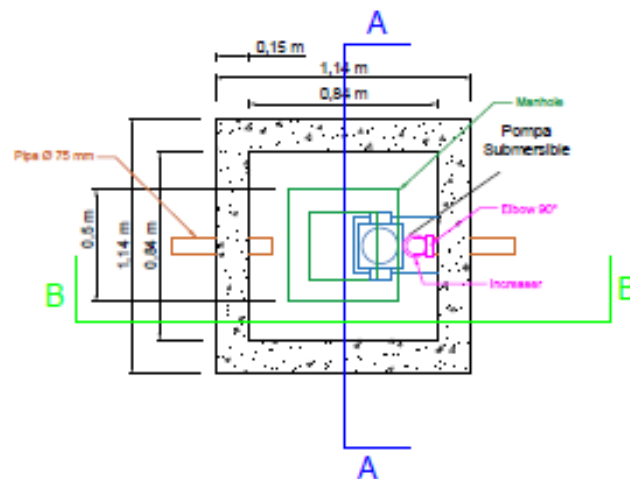
Data Perencanaan

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Waktu tinggal = 4 Jam
- H (kedalaman atau tinggi) = 1 meter
- Diameter inlet dan outlet = 0,075 meter
- Slope removal= 0,02

Perhitungan :

- V = 0,6 m³
- A = 0,6 m²
- Dimensi Bak :
A = p x l
0,6 = L²
L = 0,77 m
P = 0,77 m
- Cek Volume total sebenarnya :
V = 0,6 m³
- V₂ = 200 liter / hari
- Massa Ca(OH)₂ = 29600 gram / hari ~ 29,6 kg / hari





Gambar 3 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

b. Perhitungan Pompa Submersible

Data perencanaan :

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Waktu beroperasi = 10 Jam
- Koefisien Kekasaran= 150
- Panjang Pipa= 5,73 m

Perhitungan :

- Head Statis = 1 meter
- D = 4,3 mm
- Hf Mayor :
 - Hf Suction = 0,0000012 meter
 - Hf Discharge = 0,0000059 meter
 - Hf Mayor = 0,0000071 meter
- Hf Minor :
 - H_{Elbow} = 0,14 meter
 - H_{Increaser} = 0,27 meter
 - Head total = 2,17 meter
- Daya Pompa :
 - P = 1,17 watt = 0,0012 kwatt
 - Flowrate = 0,016 m³/jam

c. Desain Unit Bak Anaerobik

Data perencanaan :

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Perkiraan suhu = 31,6° ~ 32°
- BOD_{in} = 1693,9 mg/l
- H (kedalaman atau ketinggian)= 1 meter
- COD_{in} = 1808 mg/l
- Efisiensi removal = 60 – 90 %
- Efisiensi removal yang dipakai = 80 %
- BOD_{out} = 423,47 mg/l
- COD_{out} = 452 mg/l

Perhitungan :

a. Beban BOD dan COD dalam limbah :

- BOD = 6775,6 g/hari ~ 6,77 kg/hari
- COD = 7232 g/hari ~ 7,23 kg/hari

b. Besar BOD dan COD yang dihilangkan :

- BOD= 5,42 kg/hari
- COD= 5,78 kg/hari

c. Volume media filter :

- Standar beban BOD untuk *high rate* = 0,6 – 3,2 kg BOD/m³.hari
- Volume = 1,69 m³ ~ 1,7 m³

d. Volume bak anaerobik :

- Berdasarkan Departemen PU, Pd-T-04-2005-C, 2005 sebesar 60 % dari volume efektif
- Volume = 2,83 m³
- Jumlah media filter = 64 buah
- Direncanakan memiliki 2 ruang pada 1 bak anaerobik = 1,41 m³

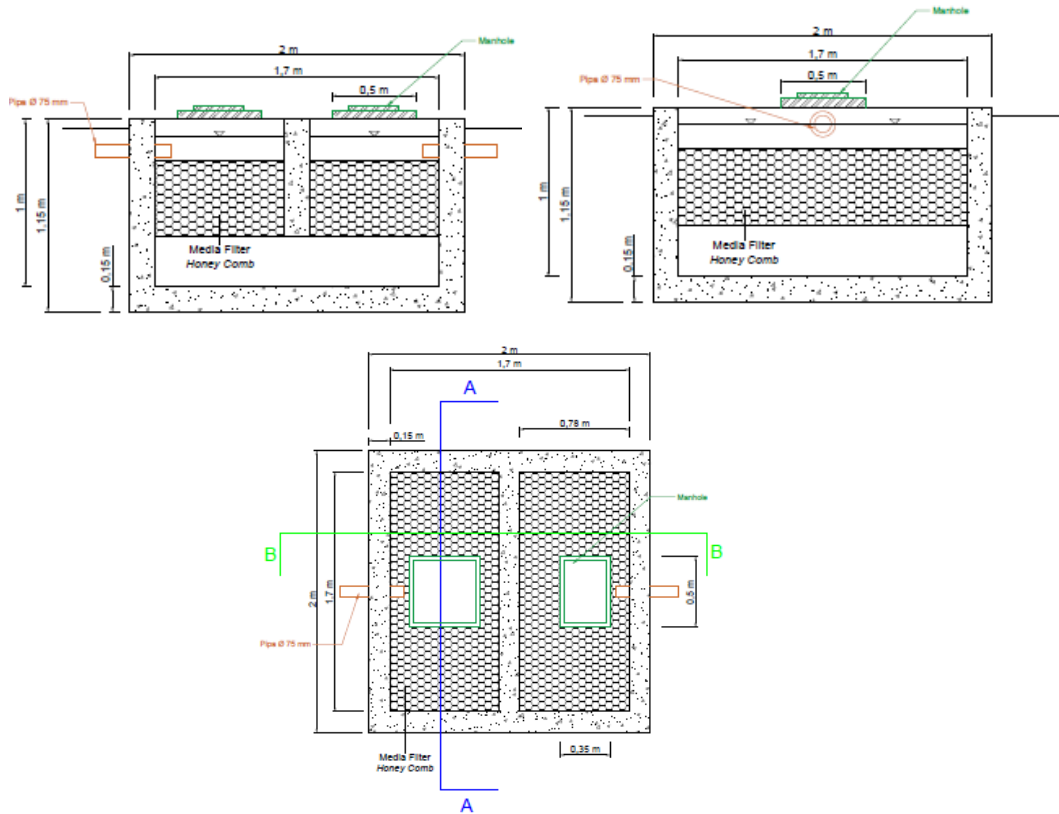
e. Waktu tinggal (waktu detensi) :

- Waktu tinggal= 8 jam / bak

f. Dimensi bak anaerobik :

- P = 1,7 meter
- L = 1,7 meter

- H = 1 meter
- V = 2,89 m³



Gambar 4 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

d. Desain Unit Bak Aerobik

Data Perencanaan :

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Perkiraan suhu = 38,42°
- H (kedalaman atau ketinggian) = 1 meter
- BOD_{in} = 423,47 mg/l
- COD_{in} = 452 mg/l
- Effisiensi removal = 95 %
- BOD_{out} = 21,17 mg/l
- COD_{out} = 22,6 mg/l

Perhitungan :

a. Beban BOD dan COD dalam limbah :

- BOD = 1693,88 g/hari ~ 1,69 kg/hari
- COD = 1808 g/hari ~ 1,81 kg/hari

b. Besar BOD dan COD yang dihilangkan :

- BOD = 1,61 kg/hari
- COD = 2,29 kg/hari

c. Volume media filter :

- Standar beban BOD untuk *high rate* = 0,6 – 3,2 kg BOD/m³.hari
- Volume = 0,5 m³

d. Volume bak aerobik :

- Berdasarkan Departemen PU, Pd-T-04-2005-C, 2005 sebesar 55 % dari volume efektif
- Volume = 0,9 m³

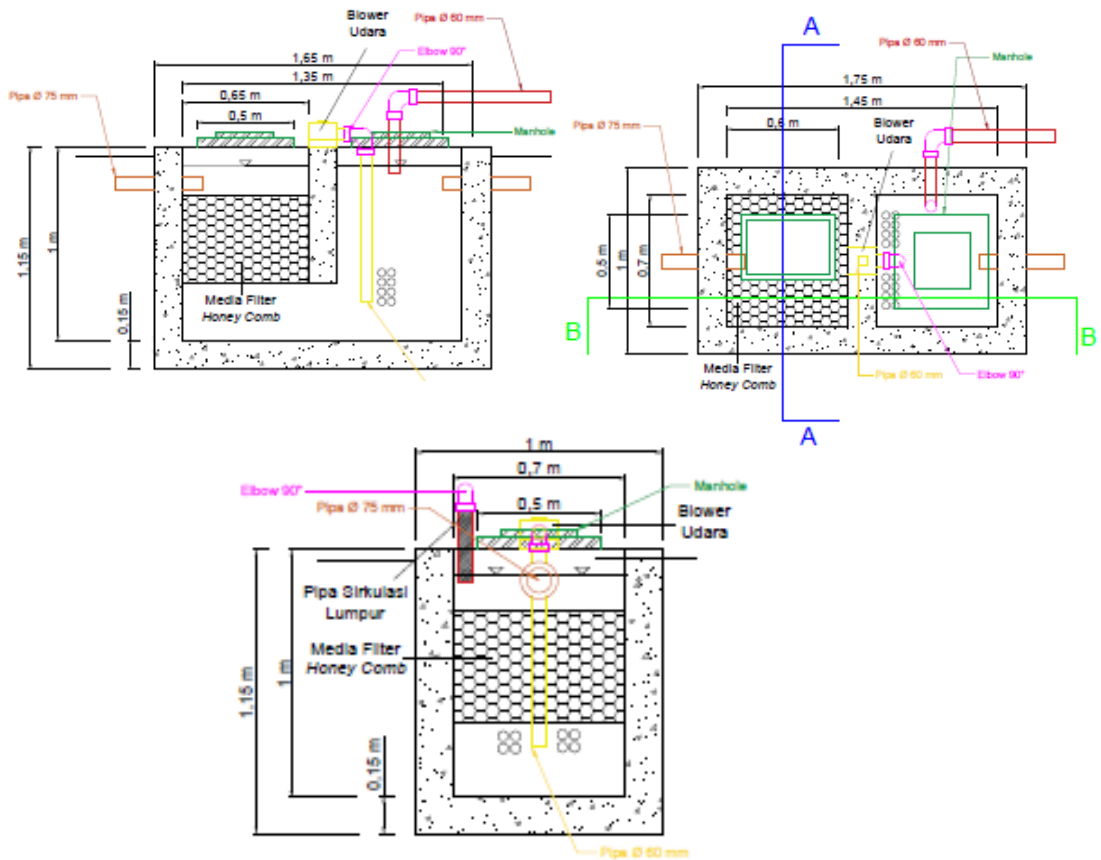
e. Waktu tinggal pada bak aerobik :

- Waktu tinggal = 5 jam

f. Dimensi bak aerobik :

- Ruang media filter :
P = 0,65 meter
L = 0,7 meter
H = 1 meter
V = 0,45 m³
- Ruang aerasi :
P = 0,65 meter
L = 0,7 meter
H = 1 meter
V = 0,45 m³

- Jumlah media filter = 41 buah



Gambar 5 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

e. Perhitungan Blower

Data perencanaan :

- Kebutuhan oksigen = 1,61 kg/hari

Perhitungan :

- *Factor safety* atau faktor keamanan :
 - *Factor safety* = 1,6
 - Kebutuhan oksigen = 2,58 kg/hari
- Kebutuhan udara teoritis untuk menentukan kapasitas blower udara :
 - presentase oksigen diudara sebesar 23,18%
 - Suhu udara rerata bak aerobik = 30°C
 - P (tekanan atmosfer) = $1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 - M (mol udara) = 28,97 kg/kg-mol

- R (konstanta gas universal) = 8314 N.m/kg-mol.K
- ρ_a = 1,16 kg/m³
- Jumlah kebutuhan udara : = 2,22 m³/hari
- Kebutuhan udara aktual :
 - Efisiensi *blower udara* adalah 9-12% Efisiensi *blower udara* yang digunakan sebesar 12%
 - Kebutuhan udara aktual = 18,5 m³/hari ~ 12,85 liter/menit

f. Desain Unit Clarifier

Data perencanaan :

- Q air limbah = 0,16 m³/jam
- BOD_{in} = 21,17 g/m³
- COD_{in} = 22,6 g/m³
- Waktu tinggal = 4 jam
- BOD_{out} = 1,05 mg/l
- BOD_{out} = 1,13 mg/l

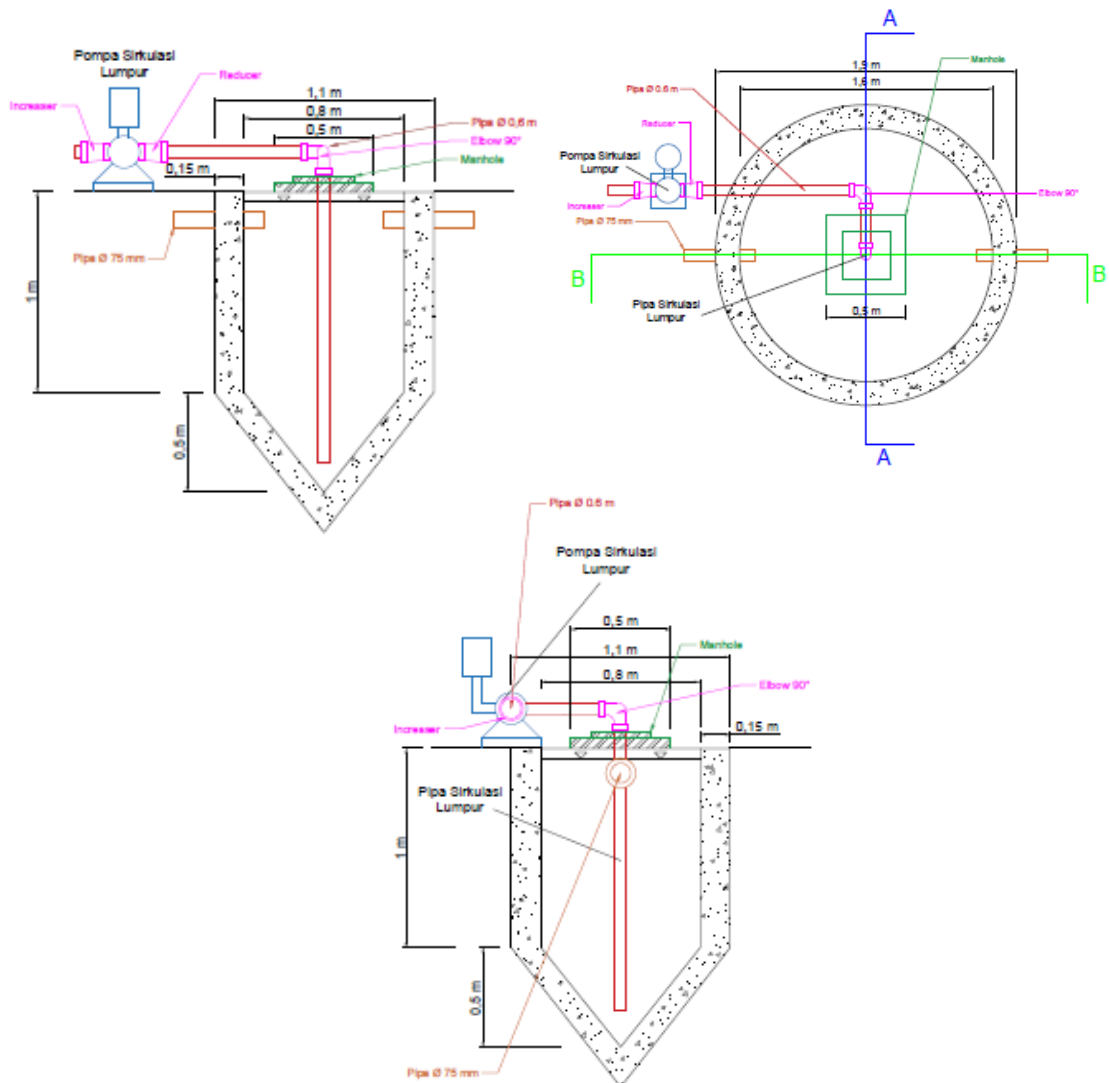
Perhitungan :

- Volume clarifier = 0,6 m³
- Dimensi clarifier :

Unit clarifier direncanakan berbentuk silinder dengan lantai dasar berbentuk kerucut. Tujuan berbentuk kerucut pada lantai bak clarifier berguna untuk mengumpulkan endapan lumpur sehingga lumpur menjadi mudah di pompa sekaligus sebagai penjernih. Berikut penentuan dimensi bak clarifier :

- Diameter = 0,8 meter
- Tinggi silinder = 1 meter
- Tinggi kerucut = 0,5 meter
- Volume silinder = 0,5 m³
- Volume kerucut = 0,2 m³
- Volume total = 0,7 m³
- Tebal dinding = 15 cm ~ 0,15 m

- Cek waktu tinggal rata-rata = 4,2 jam ~ 4 jam
- Cek waktu tinggal saat beban puncak
= Beban puncak diasumsikan 2 x Q air limbah
- Waktu tinggal puncak = 2 jam
- Produksi Lumpur = 0,042 kg/hari
- Jumlah produksi solid (TSS) = 0,0095 kg/hari
- Total produksi lumpur = 0,052 kg/hari
- Ratio sirkulasi lumpur antara 50 – 100 % (diinginkan 50%) = 0,026 kg/hari



Gambar 6 (a) Potongan B-B; (b) Tampak Atas; (c) Potongan A-A

g. Perhitungan Pompa Sirkulasi Lumpur

Data perencanaan :

- Q air limbah = $0,16 \text{ m}^3/\text{jam} \sim 0,000044 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Waktu beroperasi = 10 Jam
- Koefisien Kekasaran = 150
- Panjang Pipa = 19,65 m

Perhitungan :

- Head Statis = 2,62 meter
- D = 4,3 mm

Digunakan 60 mm sesuai yang ada dipasaran

- Hf Mayor :

- Hf Suction = 0,0000205 meter
- Hf Discharge = 0,00013meter
- Hf Mayor = 0,00015 meter

- Hf Minor :

Headloss Elbow 90° , reducer, dan inncreaser ($K=0,3$), sedangkan

kecepatan kriteria desain ($v = 0,3 - 3 \text{ m/s}$) :

- $H_{\text{Elbow}} = 1,10 \text{ meter}$
- $H_{\text{Reducer}} = 0,14 \text{ meter}$
- $H_{\text{Incraser}} = 0,14 \text{ meter}$
- Sisa tekan yang diinginkan sebesar 0,3 meter
- Head total = 4,76 meter
- Daya Pompa :
P = 0,0026 kwatt
Flowrate = $0,016 \text{ m}^3/\text{jam}$

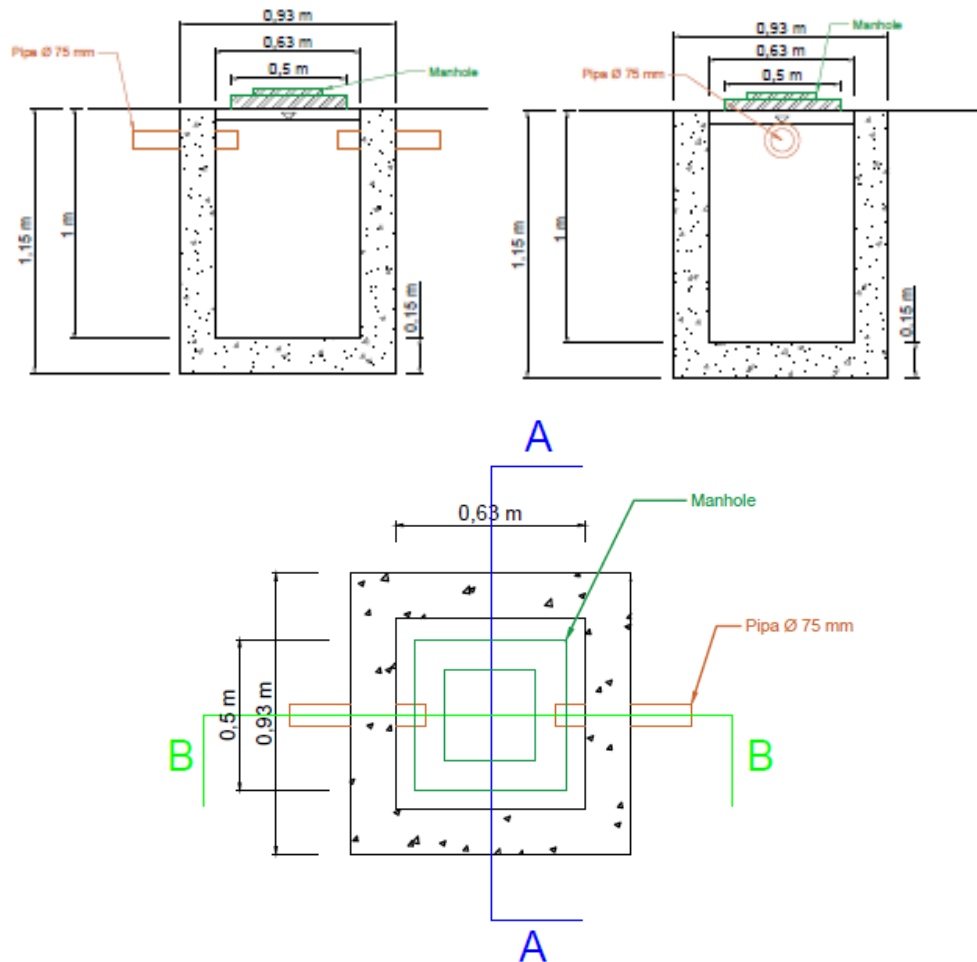
h. Desain Unit Bak Penampung Sementara

Data perencanaan :

- Q air limbah = $4 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu tinggal (diasumsikan) = 2 jam
- H (kedalaman atau ketinggian) = 1 meter

Perhitungan :

- $V = 0,32 \text{ m}^3$
- $A = 0,32 \text{ m}^2$
- Dimensi Bak :
 $A = L^2$
 $L = 0,6 \text{ m}$
 $P = 0,6 \text{ m}$
- Cek Volume total sebenarnya
 $V = 0,36 \text{ m}^3 \sim 0,4 \text{ m}^3$



Gambar 7 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

3.5.2 Alternati 2

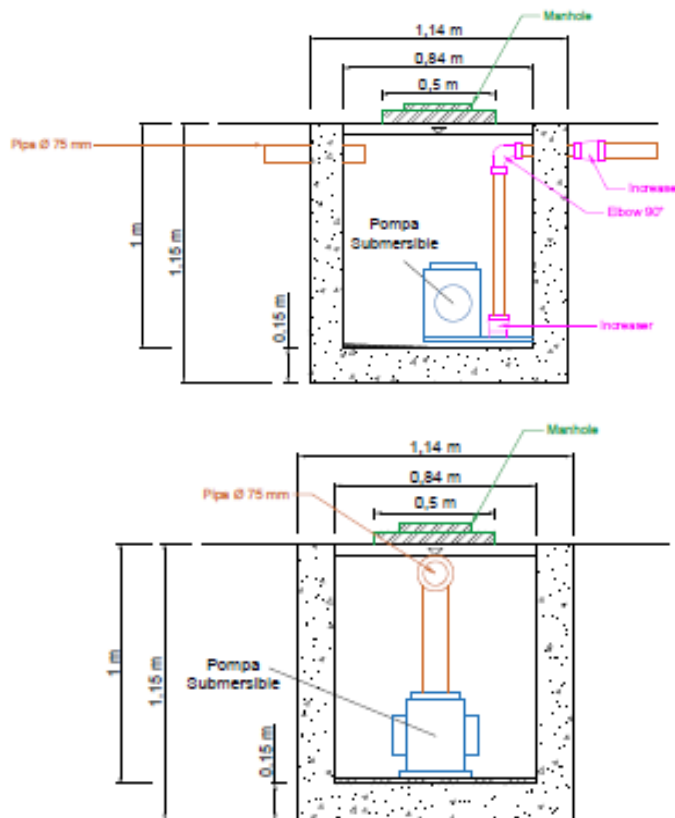
a. Desain Unit Bak Ekualisasi

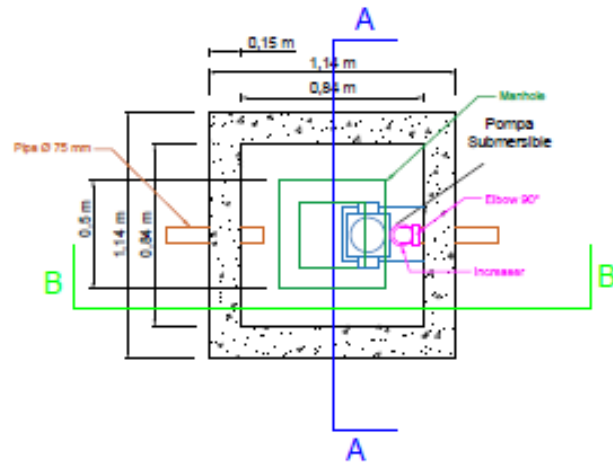
Data Perencanaan

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Waktu tinggal = 4 Jam
- H (kedalaman atau tinggi) = 1 meter
- Diameter inlet dan outlet = 0,075 meter
- Slope removal = 0,02

Perhitungan :

- V = 0,6 m³
- A = 0,6 m²
- Dimensi Bak :
 - A = p x l
 - 0,6 = L²
 - L = 0,77 m
 - P = 0,77 m
- Cek Volume total sebenarnya = 0,6 m³
- V₂ = 200 liter / hari
- Massa Ca(OH)₂ = 29600 gram / hari ~ 29,6 kg / hari





Gambar 8 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

b. Perhitungan Pompa Submersible

Data perencanaan :

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Waktu beroperasi = 10 Jam
- Koefisien Kekasaran= 150
- Panjang Pipa= 6,97 m

Perhitungan :

- Head Statis = 1 meter
- D = 4,3 mm
- Hf Mayor :
 - Hf Suction = 0,0000012 meter
 - Hf Discharge = 0,00000073 meter
 - Hf Mayor = 0,00000019 meter
- Hf Minor :
 - H_{Elbow} = 0,14 meter
 - H_{Increaser} = 0,27 meter

Head total = 2,17 meter

- Daya Pompa :

$P = 1,17 \text{ watt} = 0,0012 \text{ kwatt}$

Flowrate = $0,016 \text{ m}^3/\text{jam}$

c. Desain Unit Bak Anaerobik

Data perencanaan :

- Q air limbah = $4 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Perkiraan suhu = $31,6^\circ \sim 32^\circ$
- $BOD_{in} = 1693,9 \text{ mg/l}$
- H (kedalaman atau ketinggian) = 1 meter
- $COD_{in} = 1808 \text{ mg/l}$
- Effisiensi removal = 60 – 90 %
- Effisiensi removal yang dipakai = 80 %
- $BOD_{out} = 423,47 \text{ mg/l}$
- $COD_{out} = 452 \text{ mg/l}$

Perhitungan :

b. Beban BOD dan COD dalam limbah :

- $BOD = 6775,6 \text{ g/hari} \sim 6,77 \text{ kg/hari}$
- $COD = 7232 \text{ g/hari} \sim 7,23 \text{ kg/hari}$

g. Besar BOD dan COD yang dihilangkan :

- $BOD = 5,42 \text{ kg/hari}$
- $COD = 5,78 \text{ kg/hari}$

h. Volume media filter :

- Standar beban BOD untuk *high rate* = $0,6 - 3,2 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$
- Volume = $1,69 \text{ m}^3 \sim 1,7 \text{ m}^3$

i. Volume bak anaerobik :

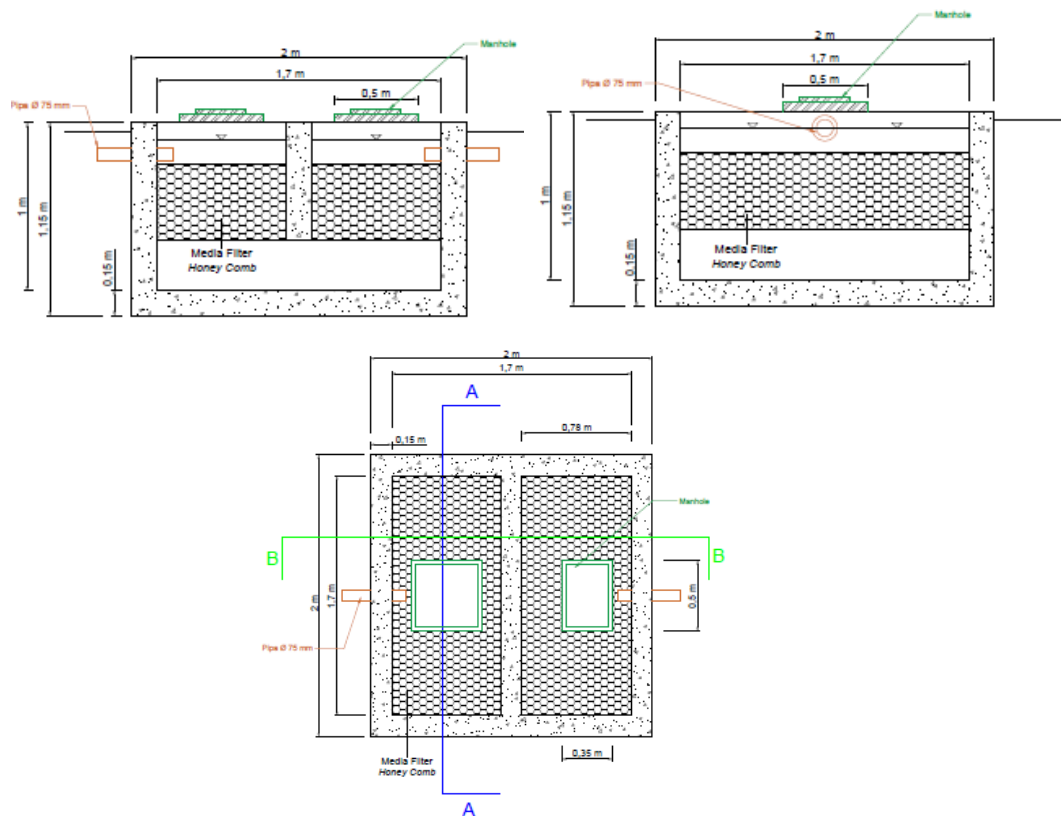
- Berdasarkan Departemen PU, Pd-T-04-2005-C, 2005 sebesar 60 % dari volume efektif
- Volume = $2,83 \text{ m}^3$
- Jumlah media filter = 64 buah
- Direncanakan memiliki 2 ruang pada 1 bak anaerobik = $1,41 \text{ m}^3$

j. Waktu tinggal (waktu detensi) :

- Waktu tinggal= 8 jam / bak

k. Dimensi bak anaerobik :

- P = 1,7 meter
- L = 1,7 meter
- H = 1 meter
- V = 2,89 m³



Gambar 9 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

d. Desain Unit Bak Aerobik

Data Perencanaan :

- Q air limbah = 4 m³/hari
- Perkiraan suhu = 38,42°
- H (kedalaman atau ketinggian) = 1 meter
- BOD_{in} = 423,47 mg/l
- COD_{in} = 452 mg/l

- Effisiensi removal = 95 %
- BOD_{out} = 21,17 mg/l
- COD_{out} = 22,6 mg/l

Perhitungan :

a. Beban BOD dan COD dalam limbah :

- BOD = 1693,88 g/hari ~ 1,69 kg/hari
- COD = 1808 g/hari ~ 1,81 kg/hari

b. Besar BOD dan COD yang dihilangkan :

- BOD = 1,61 kg/hari
- COD = 2,29 kg/hari

c. Volume media filter :

- Standar beban BOD untuk *high rate* = 0,6 – 3,2 kg BOD/m³.hari
- Volume = 0,5 m³

d. Volume bak aerobik :

- Berdasarkan Departemen PU, Pd-T-04-2005-C, 2005 sebesar 55 % dari volume efektif
- Volume = 0,9 m³

e. Waktu tinggal pada bak aerobik :

- Waktu tinggal = 5 jam

f. Dimensi bak aerobik :

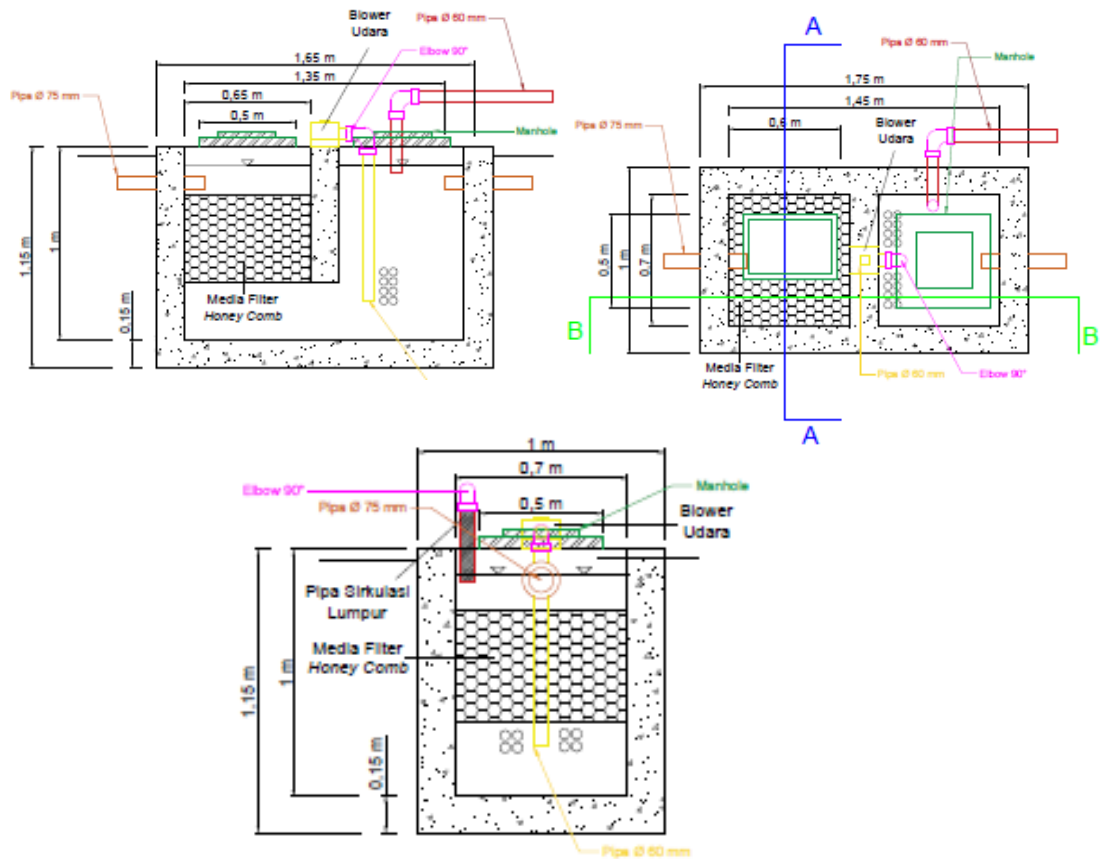
- Ruang media filter :
 - P = 0,65 meter
 - L = 0,7 meter
 - H = 1 meter
 - V = 0,45 m³
- Ruang aerasi :
 - P = 0,65 meter

L = 0,7 meter

H = 1 meter

V = 0,45 m³

- Jumlah media filter = 41 buah



Gambar 10 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

e. Perhitungan Blower

Data perencanaan :

- Kebutuhan oksigen = 1,61 kg/hari

Perhitungan :

- *Factor safety* atau faktor keamanan :

- *Factor safety* = 1,6

- Kebutuhan oksigen = 2,58 kg/hari

- Kebutuhan udara teoritis untuk menentukan kapasitas blower udara :

- presentase oksigen diudara sebesar 23,18%

- Suhu udara rerata bak aerobik = 30°C
- P (tekanan atmosfer) = 1,01325.10⁵ N/m²
- M (mol udara) = 28,97 kg/kg-mol
- R (konstanta gas universal) = 8314 N.m/kg-mol.K
- ρ_a = 1,16 kg/m³
- Jumlah kebutuhan udara : = 2,22 m³/hari
- Kebutuhan udara aktual :
 - Effisiensi *blower udara* adalah 9-12% Effisiensi *blower udara* yang digunakan sebesar 12%
 - Kebutuhan udara aktual = 18,5 m³/hari ~ 12,85 liter/menit

f. Desain Unit Clarifier

Data perencanaan :

- Q air limbah = 0,16 m³/jam
- BOD_{in} = 21,17 g/m³
- COD_{in} = 22,6 g/m³
- Waktu tinggal = 4 jam
- BOD_{out} = 1,05 mg/l
- BOD_{out} = 1,13 mg/l

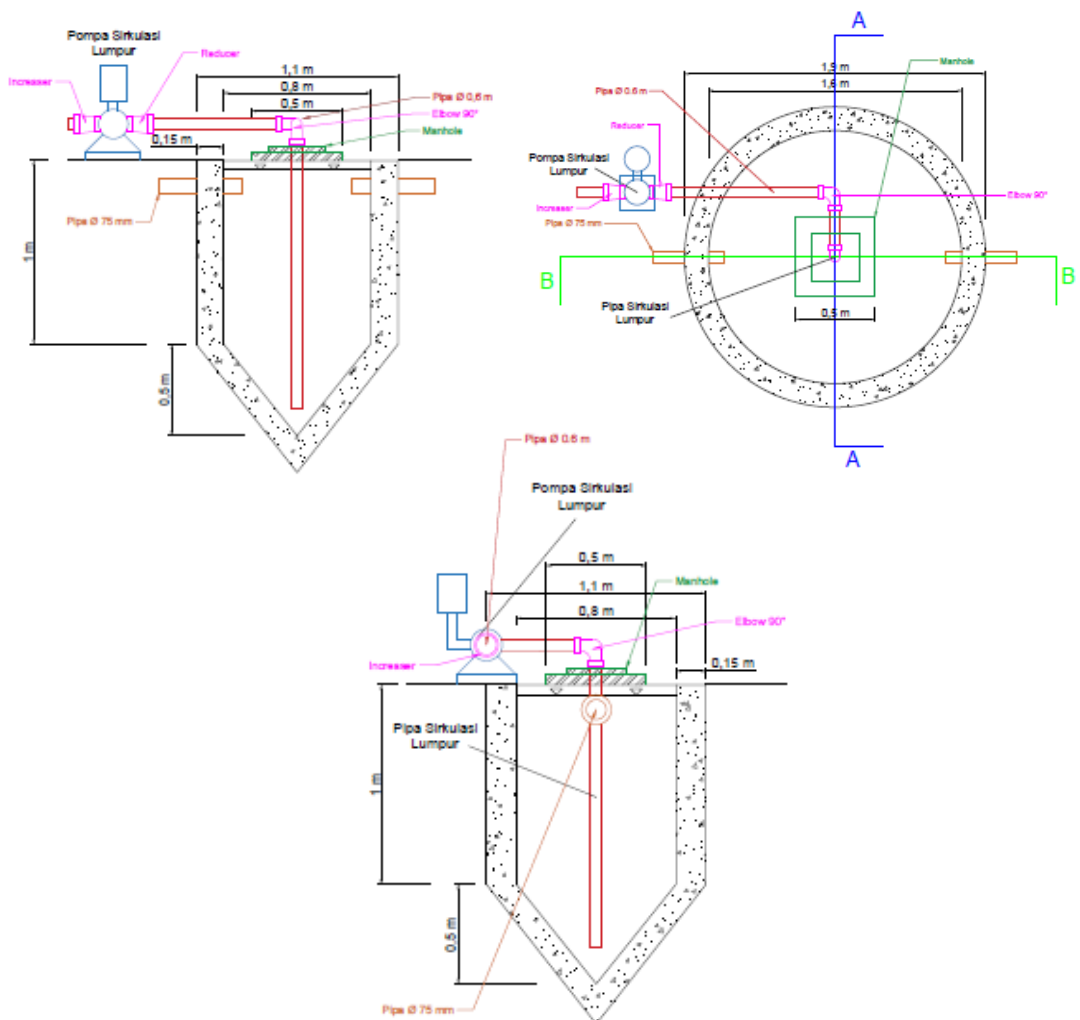
Perhitungan :

- Volume clarifier = 0,6 m³
- Dimensi clarifier :

Unit clarifier direncanakan berbentuk silinder dengan lantai dasar berbentuk kerucut. Tujuan berbentuk kerucut pada lantai bak clarifier berguna untuk mengumpulkan endapan lumpur sehingga lumpur menjadi mudah di pompa sekaligus sebagai penjernih. Berikut penentuan dimensi bak clarifier :

- Diameter = 0,8 meter
- Tinggi silinder = 1 meter
- Tinggi kerucut = 0,5 meter
- Volume silinder = 0,5 m³

- Volume kerucut = $0,2 \text{ m}^3$
- Volume total = $0,7 \text{ m}^3$
- Tebal dinding = $15 \text{ cm} \sim 0,15 \text{ m}$
- Cek waktu tinggal rata-rata = $4,2 \text{ jam} \sim 4 \text{ jam}$
- Cek waktu tinggal saat beban puncak
= Beban puncak diasumsikan $2 \times Q$ air limbah
- Waktu tinggal puncak = 2 jam
- Produksi Lumpur = $0,042 \text{ kg/hari}$
- Jumlah produksi solid (TSS) = $0,0095 \text{ kg/hari}$
- Total produksi lumpur = $0,052 \text{ kg/hari}$
- Ratio sirkulasi lumpur antara $50 - 100 \%$ (diinginkan 50%) = $0,026 \text{ kg/hari}$



Gambar 11 (a) Potongan B-B; (b) Tampak Atas; (c) Potongan A-A

g. Perhitungan Pompa Sirkulasi Lumpur

Data perencanaan :

- Q air limbah = $0,16 \text{ m}^3/\text{jam} \sim 0,000044 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Waktu beroperasi = 10 Jam
- Koefisien Kekasaran = 150
- Panjang Pipa = 4,92 m

Perhitungan :

- Head Statis = 2,15 meter
- D = 4,3 mm

Digunakan 22 mm sesuai yang ada dipasaran

- Hf Mayor :

- Hf Suction = 0,000017 meter
- Hf Discharge = 0,000025 meter
- Hf Mayor = 0,000045 meter

- Hf Minor :

Headloss Elbow 90° , reducer, dan inncreaser ($K=0,3$), sedangkan

kecepatan kriteria desain ($v = 0,3 - 3 \text{ m/s}$) :

- $H_{\text{Elbow}} = 0,96 \text{ meter}$
- $H_{\text{Reducer}} = 0,14 \text{ meter}$
- $H_{\text{Incraser}} = 0,14 \text{ meter}$
- Sisa tekan yang diinginkan sebesar 0,3 meter
- Head total = 4,15 meter
- Daya Pompa :
P = 0,0022 kwatt
Flowrate = $0,016 \text{ m}^3/\text{jam}$

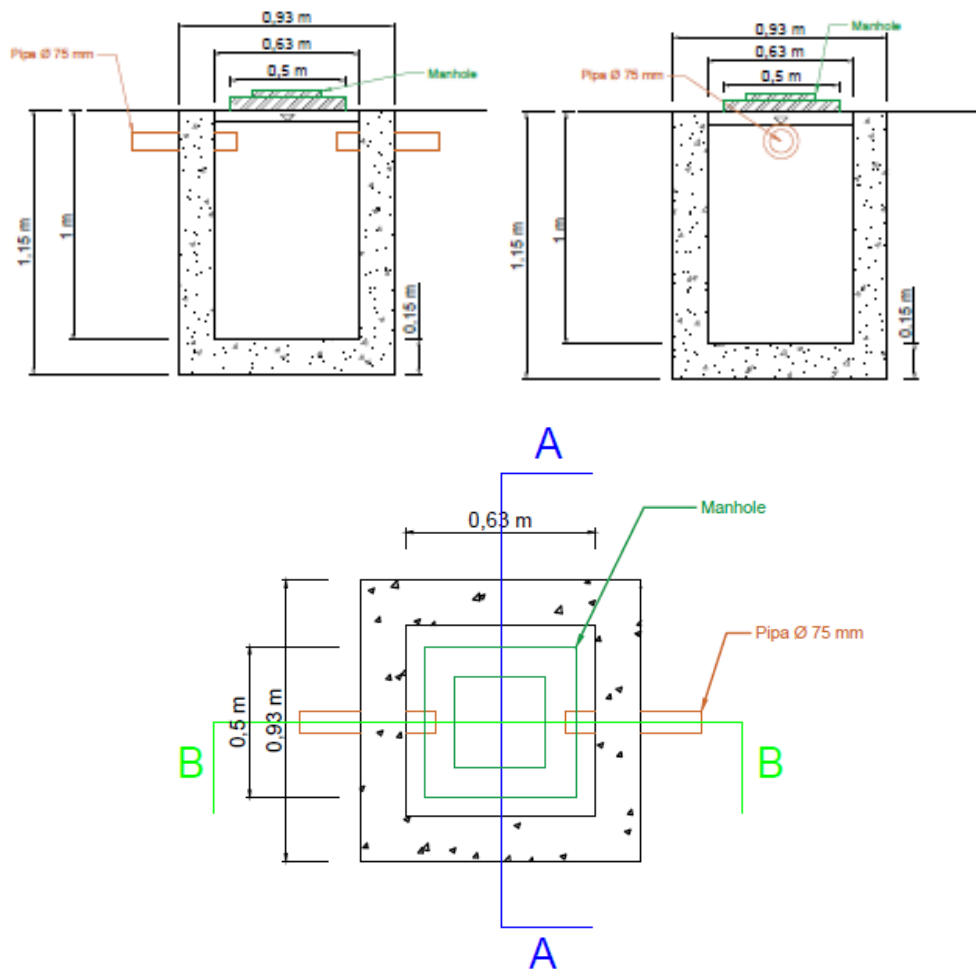
h. Desain Unit Bak Penampung Sementara

Data perencanaan :

- Q air limbah = $4 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu tinggal (diasumsikan) = 2 jam
- H (kedalaman atau ketinggian) = 1 meter

Perhitungan :

- $V = 0,32 \text{ m}^3$
- $A = 0,32 \text{ m}^2$
- Dimensi Bak :
 $A = L^2$
 $L = 0,6 \text{ m}$
 $P = 0,6 \text{ m}$
- Cek Volume total sebenarnya
 $V = 0,36 \text{ m}^3 \sim 0,4 \text{ m}^3$



Gambar 12 (a) Potongan B-B; (b) Potongan A-A; (c) Tampak Atas

3.6 Kesesuaian Lahan

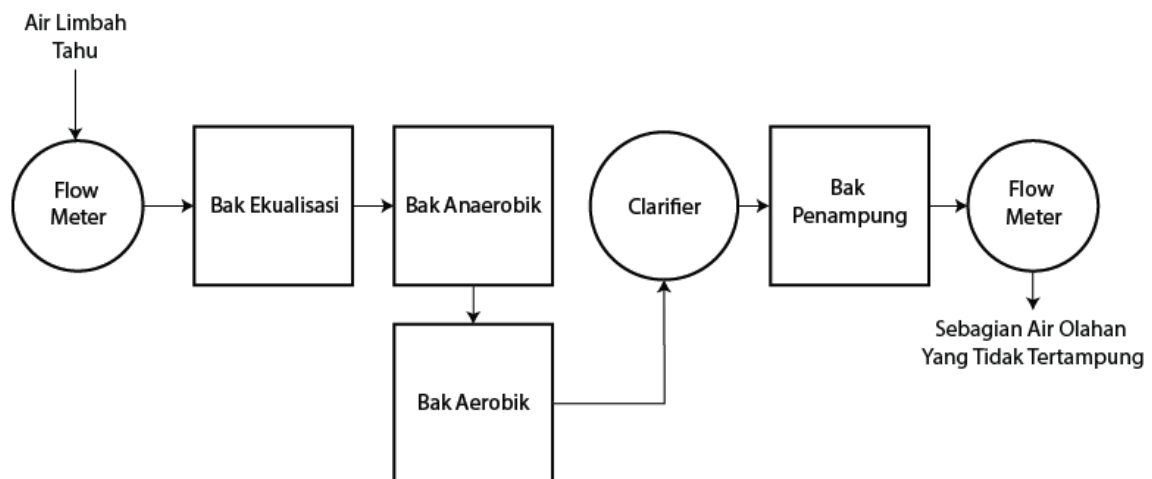
3.6.1 Alternatif 1

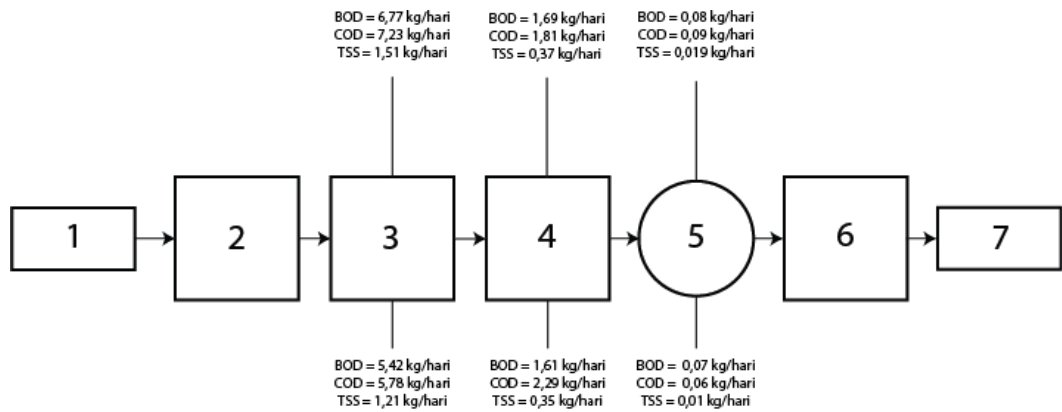
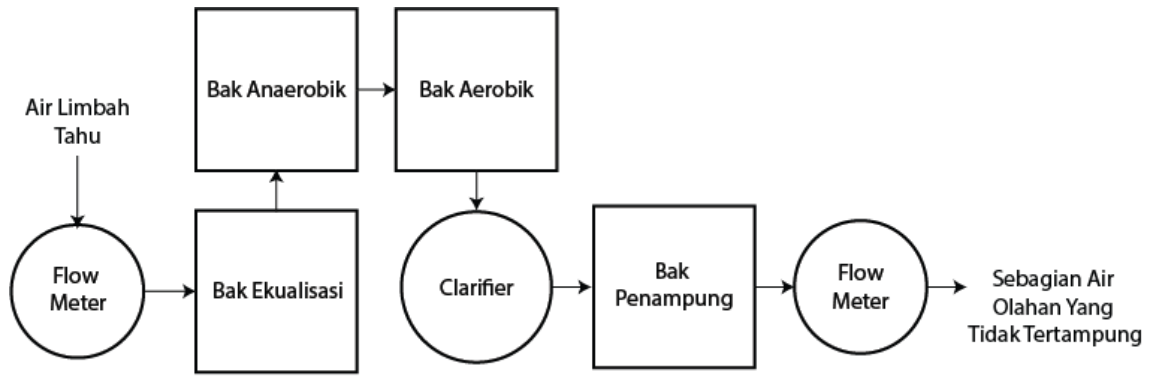
Pada alternatif pertama ini, memungkinkan dalam menambah luas lahan (pengadaan lahan) sebagai tempat pembangunan sistem IPAL yang telah direncanakan. Namun, adanya penambahan lahan (pengadaan lahan) tersebut akan berdampak pada pengeluaran dalam segi ekonomi yang cukup besar. Opsi ini dapat digunakan jika pohon – pohon dan kandang kambing tidak dapat ditebang dan cabut serta di relokasikan. Berikut flowchart alternatif 1 dapat dilihat pada **Gambar 13 (a)**.

3.6.2 Alternatif 2

Pada alternatif ini, memungkinkan dalam penyesuaian lahan yang terbatas dengan cara mengoptimalkan kinerja pada unit IPAL yang telah kita pilih dan lahan tersebut. Namun pada alternatif ini, menggunakan opsi dalam pengoptimalan lahan. Hal tersebut dikarenakan lahan yang tersedia sebenarnya cukup untuk dijadikan tempat perencanaan sistem IPAL dengan merombak semua yang ada di lahan tersebut seperti pemindahan kandang kambing dan pencabutan pohon yang ada di lahan tersebut.

Dengan demikian, cara tersebut dapat memperluas lahan sehingga lahan tersebut dapat menampung dan cukup dalam pemabangunan sistem IPAL yang telah direncanakan. Opsi ini dapat digunakan jika pada lahan tersebut pohon – pohon dan kandang kambing dapat ditebang dan cabut serta di relokasikan. Berikut flowchart alternatif 1 dapat dilihat pada **Gambar 13 (b)**.





- Keterangan :
1. Air Limbah Yang Masuk
 2. Bak Ekualisasi
 3. Bak Anaerobik
 4. Bak Aerobik
 5. Clarifier
 6. Bak Penampung Untuk Hidroponik
 7. Sebagian Air Di Buang Ke Lingkungan

Gambar 13 (a) Flowchart Alternatif 1; (b) Flowchart Alternatif 2;
(c) Mass Balance

3.7 RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dilihat pada **Tabel 10** dan **Tabel 11** :

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya Alternatif 1

Alternatif 1						
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan		Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan					
	1. Pembersihan Lahan	m2	5,19	Rp	70.000	Rp 363.503
	2. Papan Nama Proyek	buah	1	Rp	250.000	Rp 250.000
	3. Pengadaan Lahan	m2	5,19	Rp	1.200.000	Rp 6.231.480
	Total					Rp 6.844.983
II	Pekerjaan Tanah					
	1. Pekerjaan Galian Tanah	m3	5,22	Rp	80.000	Rp 417.600
	2. Pekerjaan Pipa	m3	5,22	Rp	2.500	Rp 13.050
	3. Biaya Listrik	kwh	5,05	Rp	1.300	Rp 6.565
	Total					Rp 437.215
III	Pekerjaan Beton					
	1. Bak Ekualisasi	m3	0,25	Rp	2.049.000	Rp 519.135
	2. Bak Anaerobik	m3	0,92	Rp	2.049.000	Rp 1.888.922
	3. Bak aerobik	m3	1,57	Rp	2.049.000	Rp 3.209.502
	4. Bak Clarifier	m3	1,44	Rp	2.049.000	Rp 2.956.910
	5. Bak penampungan	m3	0,29	Rp	2.049.000	Rp 587.807
	Total					Rp 9.162.276
	Total RAB					Rp 37.665.874

Tabel 11 Rencana Anggaran Biaya Alternatif 2

Alternatif 2							
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan		Jumlah Harga	
I	Pekerjaan Persiapan						
	1. Pembersihan Lahan	m2	5,19	Rp	70.000	Rp	363.503
	2. Papan Nama Proyek	buah	1	Rp	250.000	Rp	250.000
	Total					Rp	613.503
II	Pekerjaan Tanah						
	1. Pekerjaan Galian Tanah	m3	5,22	Rp	80.000	Rp	417.600
	2. Pekerjaan Pipa	m3	5,22	Rp	2.500	Rp	13.050
	3. Biaya Listrik	kwh	5,05	Rp	1.300	Rp	6.565
Total					Rp	437.215	
III	Pekerjaan Pondasi						
	Batu Belah	m3	3,61	Rp	264.000	Rp	952.808
	Portland Cement	zak	607,54	Rp	51.000	Rp	30.984.295
	Pasir Pasang	m3	1,46	Rp	371.000	Rp	541.173
	Pekerja	oh	4,51	Rp	70.000	Rp	315.798
	Tukang Batu	oh	2,26	Rp	80.000	Rp	180.456
	Kepala Tukang	oh	0,23	Rp	85.000	Rp	19.173
	Mandor	oh	0,23	Rp	85.000	Rp	19.173
Total					Rp	33.012.876	

IV	Pekerjaan Beton						
	1. Bak Ekualisasi	m3	0,25	Rp	2.049.000	Rp	519.135
	2. Bak Anaerobik	m3	0,92	Rp	2.049.000	Rp	1.888.922
	3. Bak aerobik	m3	1,57	Rp	2.049.000	Rp	3.209.502
	4. Bak Clarifier	m3	1,44	Rp	2.049.000	Rp	2.956.910
	5. Bak penampungan	m3	0,29	Rp	2.049.000	Rp	587.807
	Total					Rp	9.162.276
	Total RAB					Rp	64.447.270

3.8 Operasional & Maintenance

Pada sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik tahu maju jaya ada beberapa petunjuk dalam mengoperasikan IPAL tersebut. Berikut tahapan pengoperasian :

- Pengecekan kondisi pompa dan pipa sebelum mengoperasikan secara rutin sebelum menyalakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik tahu maju jaya.
- Menyalakan pompa saat akan melakukan produksi tahu dan mematikannya setelah selesai produksi tahu. Sehingga daya listrik yang digunakan menjadi hemat dan kinerja sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) optimal.
- Pemeriksaan pompa-pompa dan pipa – pipa secara rutin atau berkala.
- Pengecekan dan pemeliharaan dalam pengurusan air pada bak penampungan ketika penuh secara rutin 1 minggu – 2 minggu sekali.
- Pembersihan lumpur dengan cara pengerukan lumpur yang mengedap pada clarifier secara rutin untuk menghindarkan terjadinya *shock loading* atau penuhnya volume air akibat endapan lumpur yang menumpuk. Sehingga kinerja unit atau bak menjadi optimal secara rutin ± 1 bulan sekali dengan menggunakan ember. penggunaan ember digunakan karena produksi lumpur yang di hasilkan sangat kecil.
- Melakukan kontrol pada semua unit IPAL, sistem perpipaan, dan pompa untuk mengurangi timbulnya resiko kebocoran dan kerusakan.
- Pergantian alat rusak dengan yang baru atau cadangan yang sudah disediakan dengan cepat dan perbaikan berkala jika terjadi kondisi yang tidak diinginkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik maju jaya yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan :

1. Berdasarkan kriteria penilaian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode scoring. Terpilih teknologi pengolahan IPAL

menggunakan unit biofilter anaerobik – aerobik dengan nilai kriteria 4,35. Sehingga desain perencanaan sistem IPAL yang akan diterapkan adalah bak ekualisasi, bak anaerobik, bak aerobik, clarifier, dan bak penampung sementara.

2. Berdasarkan data yang telah diolah dengan menggunakan teknologi IPAL biofilter anaerobik – aerobik didapatkan perkiraan hasil effluent yang memenuhi baku mutu yang mengacu pada PP 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air & Pengendalian Kualitas Air dan Perda DIY No. 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Perkiraan effluent yang didapatkan pada masing – masing parameter BOD₅ dan COD adalah 18,15 mg/l dan 30,25 mg/l.
3. Lahan yang dapat digunakan terbatas yaitu dengan panjang dan lebar total 8 meter x 6,5 meter. sehingga ada dua alternatif atau opsi dalam perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik tahu maju jaya yaitu alternatif 1 dengan melakukan pengadaan lahan baru dan alternatif 2 dengan mengoptimalkan unit atau lahan yang tersedia.
4. Perkiraan biaya atau anggaran perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pabrik tahu maju jaya yaitu alternatif pertama sebesar Rp 42.061.493 dan alternatif kedua sebesar Rp 66.655.889.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, 1997, **Teknologi Pengolahan Limbah Tahu – Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob.**
<https://www.enviro.bppt.go.id/-Kel-1/>
- Droste, R.L., 1997, **Theory And Practice of Water And Waste Water Treatment**, New York: John Willey And Sons.
- Daoed, MS., I.D., Yasnova, D., 2015, **Studi Kehilangan Tinggi Tekan (Head Losses) Terhadap Variasi Diameter Pipa Polyvynil Chloride (PVC)**, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 20 (20) : 7 – 8.

- Environmental Protection Agency, U.S., 1971, **Waste Treatment Research Newsletter Paper And Forest Industry, Food Processing**, Oregon : Pacific Northwest Water Laboratory.
- Herlambang, 2002, **Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu**, Samarinda : Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda.
- Hidayati.S.S., Harisuseno.D., & Sayekti.R.W., 2017, **Studi Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik– Aerobik**. Malang : Universitas Brawijaya.
- Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Upaya Kesehatan, 2011, **Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Anaerob Anaerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan**, Jakarta: Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan.
- Kiswinarni, Ferbria, 2007, **Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang**, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali. 5-8.
- Pusbangtepa, 1989, **Tahu Tempe, Pembuatan, Pengawetan, dan Pemanfaatan Limbah**, Bogor: Puslitbang Teknologi Pangan IPB.
- Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-03/MENKLH/II/1991 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Yang Sudah Beroperasi.
- Marhadi, 2016, **Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur. 16, (1). 2-8.**
- Metcalf and Eddy, 2003, **Wastewater Engineering Treatment And Reuse, Fourth Edition, Internasional Edition**, New York : McGraw – Hill.
- Mufida.D.K., Sholichin. M., & Cahyani.C., 2014, **Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Dengan Menggunakan Kombinasi**

**Sistem Anaerobik-aerobik Pada Pabrik Tahu “DUTA” Malang.
3-12.**

Pamungkas.A.W, & Slamet.A., 2017, **Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya.** 6, (2).2-6.

Peraturan Daerah Provinsi D.I. Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

PP 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air & Pengendalian Kualitas Air.

Pramudyanti, N., 1991, **Penganganan Air Limbah Pabrik Tahu,** Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.

Said.N.I., Wahjono H.D., 1999, **Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob Dan Aerob,** Jakarta : BPPT.

Said.N.I., Ruliasih, 2005, **Tujuan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah,** Jakarta : BPPT.

Sato.A., Utomo.P., & Abineri. H., 2015. **Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik–Aerobik Kontinyu.** 185- 190.

SNI 2836-2018, 2018, **Tata Cara Harga Satuan Pekerjaan Pondasi Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan,** Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

Suprpti, Lies, 2005, **Pembuatan Tahu : Edisi Edisi Pengolahan Teknik Pangan,** Yogyakarta: Kanisius.

Thohuroh.M., Harisuseno.D., & Sayekti.R.W., 2017. **Studi Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu “3 SAUDARA” Malang Dengan Kombinasi Biofilter Anaerobik–Aerobik.** 2-9.