



Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri PET PT.X

Andiko Widyadhana¹, Muhammad Rangga Sururi².

¹ Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Email Korespondensi(Penulis): andikowd1@gmail.com

Diterima: 19-10-2023
Disetujui: 12-12-2023
Diterbitkan: 29-03-2024

Kata Kunci:

Evaluasi IPAL, limbah Industri PET, bak aerasi

ABSTRAK

PT. X Industry merupakan produsen Poly Ethylene Terephthalate (PET), yang digunakan sebagai bahan baku dalam industri tekstil. Proses produksi PET menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan dan berdampak negatif pada kesehatan manusia jika terbuang ke dalam badan air. Upaya PT. X untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan mengimplementasikan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) guna memastikan bahwa limbah cair yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang berlaku. Namun, dalam operasionalnya, terkadang timbul beberapa permasalahan yang dapat menghambat efektivitas pengolahan limbah. Faktor-faktor ini dapat disebabkan oleh kurangnya kualitas teknis dalam bangunan dan operasional IPAL. Oleh karena itu, tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X dengan membandingkan kondisi eksisting setiap unit dengan kriteria desainnya. Hasil studi menunjukkan bahwa beberapa unit dalam IPAL tidak memenuhi kriteria desain yang telah ditetapkan maka dari itu dilakukan perubahan dimensi terhadap unit-unit pengolahan air limbah diantaranya perubahan dimensi panjang x lebar pada unit L-DAF (5 x 2,5)m, diameter unit flokulasi 1,5 m, panjang x lebar unit bak L-Clarifier (4 x 2)m, panjang x lebar unit bak aerasi (145 x 30)m dan diameter unit bak clarifier 8,m.

Received: 19-10-2023
Accepted: 12-12-2023
Published: 29-03-2024

Keywords:

Evaluate of WWTP, PET industrial waste, aeration tank

ABSTRACT

PT. X Industry is a producer of Poly Ethylene Terephthalate (PET), which is used as a raw material in the textile industry. The PET production process produces liquid waste which has the potential to pollute the environment and have a negative impact on human health if it is released into water bodies. PT. X to overcome this problem is by implementing a Waste Water Treatment Plant (IPAL) to ensure that the liquid waste produced meets applicable quality standards. However, in operations, problems sometimes arise that can hamper the effectiveness of waste processing. These factors can be caused by a lack of technical quality in the construction and operation of the WWTP. Therefore, the aim of this study is to evaluate the Waste Water Treatment Plant system of PT. X by comparing the existing condition of each unit with the design criteria. The results of the study showed that several units in the WWTP did not meet the design criteria that had been set, therefore changes were made to the dimensions of the wastewater treatment units, including changes to the length x width dimensions of the L-DAF unit (5 x 2.5) m, the diameter of the flocculation unit is 1.5 m, the length x width of the L-Clarifier tub unit is (4 x 2)m, the length x width of the aeration tub unit is (145 x 30)m and the diameter of the clarifier tub unit is 8 m.

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Hal ini didorong oleh perekonomian Indonesia yang secara konsisten menunjukkan peningkatan kinerja. Berdasarkan data BPS tentang pertumbuhan ekonomi Indonesia Triwulan II-2022

pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) Indonesia meningkat sebesar 5,44%, pertumbuhan ini merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Salah satu penyumbang peningkatan PDB Indonesia pada triwulan II-2022 yaitu industri tekstil sebesar 0,72%. Pertumbuhan ini

didorong oleh permintaan domestik yang terus meningkat dan kinerja ekspor yang tetap tinggi (BPS, 2022).

Pesatnya perkembangan ini juga disertai dengan berbagai dampak negatif yang disebabkan oleh proses produksi industri tersebut. PT. X merupakan salah satu industri yang memproduksi Poly Ethylene Terephthalate (PET) yang digunakan sebagai bahan baku dijual ke industri tekstil.

Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan suatu resin polimer plastik termoplastik yang berasal dari kelompok polyester. Polyethylene Terephthalate (PET) banyak diproduksi dalam industri kimia yang digunakan sebagai bahan baku untuk membuat serat sintesis (Amsir, 2022). Berdasarkan struktur sistematisnya PET juga dikenal sebagai Poliester dalam industri tekstil, pada industri tekstil polyester digunakan sebagai bahan baku untuk membuat barang-barang tekstil (Thachnatharen dkk., 2021). Proses produksi PET menghasilkan limbah cair yang apabila dibuang ke lingkungan akan memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia, hewan dan berpotensi mencemari lingkungan sekitarnya oleh karena itu, limbah cair yang dihasilkan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima. (Thachnatharen dkk., 2021). Air limbah yang berasal dari industri PET mengandung bahan organik yang tingkat kandungannya sangat tinggi, hal ini dapat ditentukan dengan uji air kotor seperti BOD dan COD.

Upaya yang dilakukan PT.X untuk mengolah limbah cair tersebut yaitu dengan mengolahnya pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan unit pengolahan fisika, kimia dan biologi, sehingga diharapkan limbah cair dapat terolah dan dapat mengurangi beban pencemaran terhadap lingkungan sehingga memenuhi baku mutu PERMEN LH RI NO 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah untuk Industry PET.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Rahman dan Sururi, 2020) pada sistem pengolahan limbah cair di PT. X mengungkapkan bahwa efektifitas IPAL dalam mengolah limbah cair masih belum efektif dikarenakan terdapat beberapa parameter yang masih tidak memenuhi baku mutu walaupun sudah diolah pada IPAL. Penanganan air limbah yang tidak efektif dapat menyebabkan peningkatan jumlah kasus penyakit yang ditularkan melalui air meningkat dan menjadi salah satu penyakit utama khususnya bagi mereka

yang tinggal di daerah pemukiman sekitar industri tersebut.(Sururi dkk., 2017)

Dengan melihat permasalahan diatas, maka perlu dikaji lagi dan dilakukan evaluasi tentang kinerja IPAL. Evaluasi perlu dilakukan untuk memastikan seberapa optimal dan efisien kinerja IPAL dalam mengolah air limbah (Witjaksono dan Sururi, 2023). Maka dari itu pada studi ini dilakukan evaluasi IPAL dengan melakukan perhitungan masing-masing unit pengolahan air limbah yang terdapat pada IPAL dan membandingkannya dengan kriteria desain dari berbagai literatur.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Studi dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X yang dilakukan selama 1 bulan pada bulan Agustus – September 2022.

2.2. Prosedur analisis data

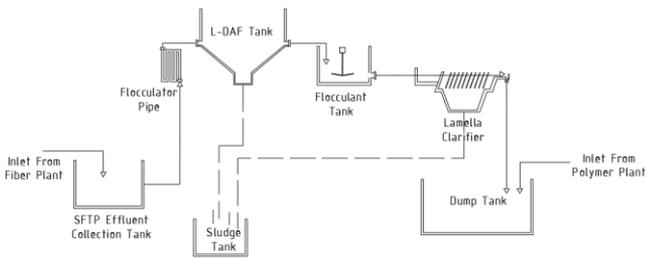
Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap aspek teknis bangunan yang mempengaruhi kinerja bangunan. Evaluasi ini dilakukan terhadap bangunan IPAL PT. X yang terdiri dari unit *Dissolved Air Flotation*, *Flocculant Tank*, *Lamella Clarifier*, bak aerasi, dan bak *clarifier*.

Data penunjang yang digunakan adalah dimensi bangunan eksisting, termasuk panjang, tinggi, dan lebar bangunan. Data ini akan menjadi dasar untuk mengevaluasi apakah bangunan tersebut memenuhi standar teknis yang diperlukan. Setelah itu dilakukan perhitungan waktu detensi dan *overflowrate* pada masing-masing unit. evaluasi dilakukan apabila terdapat unit yang tidak sesuai dengan kriteria desain. langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi berupa perencanaan ulang. Perencanaan ulang ini bertujuan untuk memperbaiki masalah yang diidentifikasi selama evaluasi. Rekomendasi ini akan berfokus pada aspek teknis bangunan, dengan mempertimbangkan dimensi unit yang diperlukan untuk memastikan kinerja IPAL yang optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Pengolahan Air Limbah PT. X

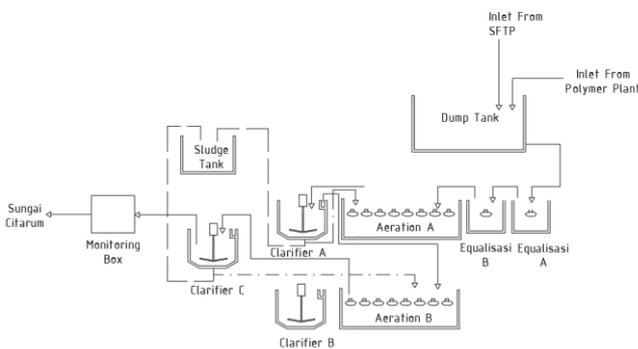
Berikut ini merupakan proses pengolahan air limbah di PT. X yang disajikan pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Proses Pengolahan Air Limbah Pada *Spin Finish Treatment Plant* (SFTP)

disalurkan ke *flocculator pipe*. Pada *flocculator pipe* terjadi proses koagulasi yaitu proses penambahan zat kimia koagulan (Fe_2SO_4) ke dalam air limbah. Setelah itu air limbah akan dialirkan menuju unit L-daf. Pada unit L-Daf terjadi proses penambahan gelembung udara untuk memisahkan air dan minyak pada limbah cair. Overflow dari L-daf akan diinjeksi dengan polyelectrolyte dan caustic soda yang kemudian akan disalurkan ke flocculation tank untuk dilakukan proses pembentukan dan pembesaran flok. Flok yang terbentuk pada proses flokulasi kemudian akan diendapkan pada bak lamella clarifier dan disalurkan menuju *dump tank*.

Air limbah yang berasal dari SFTP dan *polymer plant* akan masuk kedalam *dump tank* untuk ditampung, setelah itu air limbah dialirkan menuju bak ekualisasi untuk dihomogenkan. Air limbah yang sudah homogen akan masuk kedalam bak aerasi a. Pada Bak aerasi a air limbah akan diinject dengan oksigen terlarut oleh alat bernama surface aerators. Pada bak ini terjadi proses degradasi materi organik oleh mikroorganisme. Air limbah yang telah diolah di bak aerasi A akan masuk terlebih dahulu ke dalam bak clarifier yang bertujuan untuk mengendapkan lumpur dengan air limbah, lumpur yang terdapat di bawah permukaan akan dialirkan kembali ke dalam bak aerasi a dan overflownya akan dialirkan menuju bak aerasi b. Pada bak aerasi b terjadi proses pengolahan lanjutan dari pengolahan lumpur aktif di bak aeration A. Bak aerasi B berfungsi untuk mengoksidasi kembali material organik pada air limbah yang tidak teroksidasi di bak aerasi A. Overflow dari bak aerasi b akan dialirkan ke clarifier 2 yang bertujuan untuk memisahkan lumpur aktif dengan air limbah. Setelah itu, air limbah akan disalurkan melalui monitoring box untuk dilakukan pengontrolan kualitas sebelum dibuang ke sungai.



Gambar 2.2 Proses Pengolahan Air Limbah Pada *Effluent Treatment Plant* (ETP)

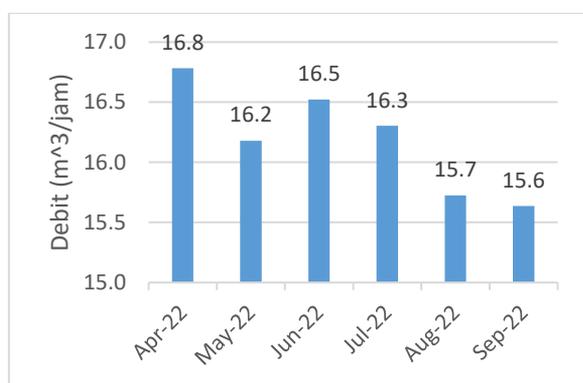
Seperti terlihat pada gambar diatas PT. X memiliki 2 sistem pengolahan limbah cair yaitu *Spin Finish Treatment Plant* (SFTP) untuk mengolah air limbah yang berasal dari *Fiber plant* yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1** dan *Effluent Treatment Plant* (ETP), untuk mengolah lagi air limbah yang berasal dari SFTP dan air limbah yang berasal dari *polymer plant* yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.

Proses pengolahan air limbah yang berasal dari *fiber plant* dipisahkan dengan yang berasal dari *polymer plant* dikarenakan limbah dari *Fiber Plant* mengandung bahan kimia *spin finish oil*. *Spin finish oil* memiliki sifat basa dan mengandung kadar minyak yang dapat menghasilkan busa jika dilakukan pengadukan. Selain itu kadar minyak tersebut akan mengganggu proses degradasi organik oleh bakteri di proses aerasi nantinya. Oleh karena itu, air limbah yang dihasilkan dari *fiber plant* pengolahannya dipisahkan dengan yang berasal dari *polymer plant*.

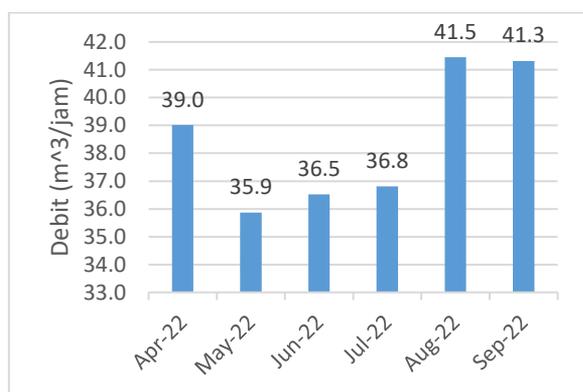
Air limbah yang berasal dari fiber plant akan di tampung pada SFTP *collection tank* yang kemudian akan dipompa dan

3.2. Debit yang masuk ke IPAL PT. X

Berikut ini merupakan total debit air limbah yang masuk pada *Spin Finish Treatment Plant* (SFTP) yang disajikan pada **Gambar 2.2** dan *Effluent Treatment Plant* (ETP) yang disajikan pada **Gambar 2.3**



Gambar 3.2 Debit yang masuk pada *spin finish treatment plant*



Gambar 2.4 Debit yang masuk pada *effluent treatment plant*

Data debit di atas digunakan sebagai data penunjang untuk menghitung waktu detensi pada masing-masing unit IPAL. Gambar diatas menyajikan data debit yang masuk pada sistem pengolahan air limbah pada PT. X pada bulan April – September berdasarkan gambar tersebut data debit yang masuk yang masuk pada SFTP memiliki debit rata-rata sebesar 16,2m³/jam dan data debit rata-rata yang masuk ke ETP sebesar 39,5 m³/jam

3.3. Dimensi Unit-unit Instalasi Pengolahan Air

Limbah PT. X

Berikut ini merupakan data dimensi unit IPAL PT. X yang disajikan pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Rekapitulasi Dimensi Unit IPAL PT. X

DATA DIMENSI TIAP-TIAP UNIT						
No	Unit	Dimensi				Volume m ³
		P(m)	L(m)	D(m)	H(m)	
1	SFTP Collection Tank	6	6	-	4	144
2	L-Daf	2,5	1,5		2,5	9
3	Flocculant Tank	-	-	1,8	4,5	11,45

4	Lamella Clarifier	5	4	-	4	80
5	Bak Equalisasi (a)	20	10	-	4,5	900
6	Bak Equalisasi (b)	20	10	-	4,5	900
7	Bak Aerasi A	20	105	-	4,5	9450
8	Bak Aerasi B	20	105	-	4,5	9450
9	Bak Clarifier A	-	-	15,25	4,5	215
10	Bak Clarifier b	-	-	15,35	4,5	215
11	Dump Tank	20	30	-	3,5	2100
12	Sludge Tank	-	-	20	5	1000

Data dimensi unit IPAL dibutuhkan untuk mengetahui apakah unit IPAL tersebut memenuhi standar teknis yang diperlukan atau tidak.

3.4. Evaluasi Unit-unit IPAL

3.4.1. Dissolved Air Flotation

Dimensi pada unit *dissolved air flotation* dievaluasi mengacu pada kriteria desain berdasarkan literatur dibawah, kriteria desain yang ditetapkan untuk unit dissolved air flotation dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kriteria Desain *Dissolved Air Flotation*

Kriteria	Simbol	Nilai	Satuan
Air solid ratio	A/S	0,5	-
Tekanan di tangki	P		m ³ /m ² /jam
Waktu detensi		20 - 30	menit
Kelarutan gas pada 28°C	Sa	16,3	ml/l
Fraksi Jenuh	f	0,5	-
Kerapatan udara	P _{ud}	1,2928	gr/L

Sumber : Metcalf & Eddy, 2004, Eckenfelder, 2000

Dari data eksisting yang ada pada **Tabel 2.1** maka dapat dihitung volume bak dan waktu detensi L-DAF sebagai berikut :

a. Volume bak

- $V = P \times l \times t$
- $= 2,5m \times 1,25m \times 2,5m$
- $= 7,81m^3$

b. Waktu Detensi

- $\theta = \frac{V}{Q} = \frac{7,81 m^3}{0,25 m^3/menit}$
- $= 31,24$ menit

c. Luas Permukaan

- $A = P \times L$
- $= 2,5 m \times 1,25 m$

- $= 3,125 m^2$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, unit bak L-Daf tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan waktu detensi. Menurut (Nugraha, 2019), waktu detensi yang terlalu lama menyebabkan penyisihan beban pencemar menjadi sangat kecil dan efisiensi penyisihan menjadi tidak optimal, sehingga perlu dilakukan *re-desain* dengan perhitungan sebagai berikut:

Diasumsikan waktu detensi adalah 30 menit

- $Td = \frac{V}{Q}, V = Td \times Q$
- $= 30 \text{ menit} \times 0,25 m^3/\text{menit}$
- $= 7,5 m^3$

Kedalaman bak yang sudah memenuhi kriteria desain, tidak dapat diubah. Sehingga dimensi bak aerasi dapat diubah dari panjang dan lebar bak. rasio panjang dan lebar 2 : 1

- $Luas = \frac{Volume}{Kedalaman} = \frac{7,5 m^3}{2,5 m} = 3 m^2$
- $Luas = P \times l \quad P = 2l$
 $= 2l \times l \quad P = 2 \times 2,44 m$
- $12 = 2l^2 \quad P = 4,88 \sim 5 m$
- $l^2 = 6^2$
- $l = 2,44 \sim 2,5 m$

3.4.2. Flocculant Tank

Dimensi pada unit *Flocculant tank dievaluasi* mengacu pada kriteria desain berdasarkan literatur dibawah, kriteria desain yang ditetapkan untuk unit *dissolved air flotation* dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.2 Kriteria Desain *flocculation tank*

Kriteria	Nilai	Satuan
G (gradien kecepatan)	70 (menurun) - 10	1/detik
Waktu tinggal	20 – 40	Menit
Pengendalian energi	Kecepatan putaran	-
Kecepatan aliran maksimal	1,8 – 2,7	(m/det)
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	0,1 – 0,2	(%)
Kecepatan Perputaran	8 – 25	(rpm)

(Sumber : SNI 6774-2008)

Dari data eksisting yang ada pada **Tabel 2.1** maka dapat dihitung volume bak dan waktu detensi L-DAF sebagai berikut.

- Luas Penampang (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (1,8)^2$$

$$A = 2,544 m^2$$

- Volume bak

$$V = \pi r^2 \times t$$

$$= \pi (0,9)^2 \times 4,5$$

$$= 11,45 m^3$$

- Waktu Detensi

$$Td = \frac{V}{Q}$$

$$Td = \frac{11,45 m^3}{15 m^3/jam} = 42,4 \text{ menit}$$

Dari hasil perhitungan diatas, unit *flocculation tank* tidak memenuhi kriteria desain berdasarkan parameter waktu detensi. Maka dari itu diperluka *re-desain* pada unit bak clarifier dengan perhitungan sebagai berikut.

- $\theta = 30 \text{ menit}$
- $V = \theta \times Q$
 $= 30 \text{ menit} \times 0,27 m^3/\text{menit}$
 $= 8,1 m^3$

- $r^2 = \frac{8,1}{\pi \times 4,5}$

$$r = 0,75694 \sim 0,75 m$$

3.4.3. Lamella Clarifier

Dimensi pada unit *dissolved air flotation dievaluasi* mengacu pada kriteria desain berdasarkan literatur dibawah, kriteria desain yang ditetapkan untuk unit *dissolved air flotation* dapat dilihat pada **Tabel 3.3**

Tabel 3.3 Kriteria Desain Clarifier Tank

Parameter	Simbol	Nilai	Besaran
Over	OR	16 –	m3/m2
Flowrate		28	hari
Solid	SL	0,5 –	Kg/m ³ /jam
Loading		5	

Weir	WL	125	m ³ /m ²
Loading		-	hari
Kedalaman Bak	H	3,5	m
Diameter bak	D	3	m
Slope dasar bak		8,3	cm/m
Waktu detensi	Td	2 - 6	jam

Sumber : Anggraini, 2016

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= P \times l & P &= 2l \\ &= 2l \times l & P &= 2 \times 1,89 \text{ m} \\ 7,2 &= 2l^2 & P &= 3,78 \sim 4 \text{ m} \\ l^2 &= 3.6^2 \\ l &= 1,89 \sim 2 \text{ m} \end{aligned}$$

3.4.4. Bak Aerasi

Dimensi pada unit bak aerasi mengacu pada kriteria desain berdasarkan literatur dibawah, kriteria desain yang ditetapkan untuk unit bak aerasi dapat dilihat pada **Tabel 3.4**

Tabel 3.4 Kriteria Desain Lumpur Aktif

No.	Parameter	Activated	Complete		Satuan
		Sludge Conventional	Mixed Aerated Sludge	Extended Aeration	
1.	Waktu tinggal	3-15	3-15	20-30	hari
2.	Rasio F/M	0,2-0,4	0,2-0,6	0,05-0,15	Kg BOD/Kg MLVSS. hari
3.	Muatan Volumetrik	0,3-0,7	0,3-1,6	0,1-0,4	Kg BOD/m ³ .hari
4.	MLSS	1.000-3.000	1.500-4.000	3.000-6.000	mg/L
5.	Total waktu hidrolis	4-8	3-5	18-36	jam
6.	Rasio RAS	25-75	25-100	0,5-2,0	% influen
7.	Kecepatan Aliran (Ditch Velocity)	-	-	-	m/detik

Sumber : Metcalf & Eddy, 2004

Dari Tabel kriteria desain, dapat ditentukan melalui perhitungan bahwa desain eksisting yang terdapat di IPAL PT. Asia Pasific Fiber menggunakan bak aerasi dengan sistem *extended aeration*.

Dari data eksisting yang ada pada **Tabel 2.1** maka diperhitungkan waktu detensi bak aerasi sebagai berikut.

Dari data eksisting yang ada pada **Tabel 2.1** maka dapat dihitung volume bak dan waktu detensi *Lamella clarifier* sebagai berikut.

- Luas Penampang (A)

$$A = P \times L$$

$$A = 4\text{m} \times 2\text{m}$$

$$A = 8\text{m}^2$$

- Over flowrate

$$OR = \frac{Q}{A}$$

$$OR = \frac{360 \frac{m^3}{hari}}{8m^2}$$

$$OR = 45 \text{ M3/M2 hari}$$

- Waktu detensi

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{15m^3}{15 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan diatas, unit bak lamella clarifier tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan waktu detensi, hal ini dapat dipengaruhi oleh volume bak. Sehingga perlu dilakukan *re-desain* dengan perhitungan sebagai berikut :

- $\theta = 2 \text{ jam}$

- $V = \theta \times Q$

$$= 2 \text{ jam} \times 16,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 32,4 \text{ m}^3$$

Kedalaman bak yang sudah memenuhi kriteria desain, tidak dapat diubah. Sehingga dimensi bak *lamella clarifier* dapat diubah dari panjang dan lebar bak sesuai kondisi eksisting, rasio panjang dan lebar 2 : 1.

$$\text{Luas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman}} = \frac{32,4 \text{ m}^3}{4,5 \text{ m}} = 7,2 \text{ m}^2$$

- Waktu Detensi

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{9450 \text{ m}^3}{948 \text{ m}^3/\text{hari}} = 9,96 \sim 10 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, unit bak aerasi tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan waktu detensi, hal ini dapat dipengaruhi oleh volume bak. Sehingga perlu dilakukan *re-desain* dengan perhitungan sebagai berikut :

- $\theta = 20 \text{ hari}$
 - $V = \theta \times Q$
- $$= 20 \text{ hari} \times 948 \text{ m}^3/\text{hari}$$
- $$= 18960 \text{ m}^3$$

Kedalaman bak yang sudah memenuhi kriteria desain, tidak dapat diubah. Sehingga dimensi bak aerasi dapat diubah dari panjang dan lebar bak. Sesuai kondisi eksisting, rasio panjang dan lebar 5 : 1

$$\text{Luas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman}} = \frac{18960 \text{ m}^3}{4,5 \text{ m}} = 4213,3 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= P \times l & P &= 5l \\ &= 5l \times l & P &= 5 \times 29,0286 \text{ m} \\ 4213,3 &= 5l^2 & P &= 145,143 \sim 145 \text{ m} \\ l^2 &= 842,66^2 \\ l &= 29,0286 \sim 30 \text{ m} \end{aligned}$$

3.4.5. Clarifier

Dimensi pada unit clarifier mengacu pada kriteria desain berdasarkan literatur dibawah, kriteria desain yang ditetapkan untuk unit clarifier dapat dilihat pada **Tabel 3.5**

Tabel 3.5 Kriteria Desain Bak Clarifier

Parameter	Simbol	Nilai	Besaran
Over Flowrate	OR	16 – 28	m ³ /m ² hari
Solid Loading	SL	0,5 – 5	Kg/m ³ /jam
Weir Loading	WL	125 – 500	m ³ /m ² hari
Kedalaman Bak	H	3,5 – 5	m
Diameter bak	D	3 – 60	m
Slope dasar bak		8,3	cm/m
Waktu detensi	Td	2 – 6	jam

Sumber : Thcobanoglous 2014, Monod,1991, Qasim, 1991

Dari data eksisting yang ada pada **Tabel 2.1** maka diperhitungkan waktu detensi bak *clarifier* dan *overflowrate* sebagai berikut.

- Luas Penampang (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (15,25)^2$$

$$A = 182\text{m}^2$$

- Volume bak

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 \times t \\ &= \pi (7,625)^2 \times 4,5 \\ &= 821 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- *Over flowrate*

$$OR = \frac{Q}{A}$$

$$OR = \frac{924 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{182\text{m}^2}$$

$$OR = 5,07 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}$$

- Waktu Detensi

$$Td = \frac{V}{Q}$$

$$Td = \frac{821 \text{ m}^3}{38,5 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$Td = 21 \text{ jam (Tidak memenuhi kriteria, 2 – 6 jam)}$$

Dari hasil perhitungan diatas, unit bak clarifier tidak memenuhi kriteria desain berdasarkan parameter waktu detensi dan *over flowrate* . Maka dari itu diperluka *re-desain* pada unit bak clarifier dengan perhitungan sebagai berikut.

- OR = 18 m³/m² hari (kriteria desain)

$$OR = \frac{Q}{A}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{924 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{18 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ hari}}} \\ &= 51,33 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{51,33 \text{ m}^2 \times 4}{\pi}} = 8,08\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 \times t \\ &= \pi (4,04)^2 \times 4,5 \end{aligned}$$

$$= 230,74 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad T_d &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{230,64 \text{ m}^3}{38,5 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 5,99 \text{ jam} \sim 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi pada IPAL PT. X dengan debit masuk air limbah pada SFTP sebesar 16,2 m³/jam dan ETP sebesar 38,5 m³/jam, diperoleh hasil perubahan dimensi pada unit-unit pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil evaluasi terdapat perubahan dimensi pada unit-unit IPAL. Dimensi yang berubah diantaranya, perubahan panjang x lebar pada unit L-DAF menjadi (5 x 2,5)m, diameter unit flokulasi menjadi 1,5 m, panjang x lebar unit bak L-Clarifier menjadi (4 x 2)m, panjang x lebar unit bak aerasi menjadi (145 x 30)m dan diameter unit bak clarifier menjadi 8 m. Perubahan dimensi pada unit-unit pengolahan dilakukan untuk meningkatkan kinerja IPAL, dalam memperbesar efisiensi dan efektivitas pengolahan yang lebih baik, agar menjaga lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada dosen pembimbing, pembimbing lapangan kerja praktik dan rekan-rekan saya yang mendukung dan membantu dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 6774-2008: Tata Cara Perencanaan Unit*
- Eckenfelder, dan W Wesley, J. (2000). *Industrial Water pollution Control*. New York: McGraw-Hill.
- Metcalf, dan Eddy. (2004). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*: McGraw-Hill Education.
- Qasim. (1991). *Wastewater Treatment Plants, Palnning, Design, and Operation*: Holt, Rinerhart, and Winton, CBS College Publishing.
- Amsir, D. N. (2022). *Pendugaan Umur Simpan Air Minum Demineral Beroksigen Dalam Kemasan Polyethylene Terephthalate (Pet) Menggunakan Metode Accelerate Shelf Life Testing (Aslt) Model Arrhenius*. Fakultas Teknik Unpas.
- Nugraha, B. (2019). *Variasi Waktu Detensi Pada Filtrasi Pengolahan Air Limbah Grey Water Dalam Penurunan Beban Pencemar*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Rahman, A. D., dan Sururi, M. R. J. J. T. A. M. (2020). *Evaluasi Unit Operasi Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X*. 3(2), 1-16.
- Sururi, M. R., Ainun, S., dan Abdilah, F. J. J. S. d. T. L. (2017). *Wastewater Collection Performance on Communal Sanitation System in Cimahi Indonesia*. 9(1), 60-69.
- Thachnatharen, N., Shahabuddin, S., dan Sridewi, N. (2021). *The Waste Management of Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Waste: A Review*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1127(1). doi:10.1088/1757-899x/1127/1/012002
- Witjaksono, R. F., dan Sururi, M. R. J. J. S. E. (2023). *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X di Jakarta Pusat*. 8(2).