

## **PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK KEGIATAN KARYAWAN DI PT X TANGERANG DENGAN SISTEM BIOFILTER**

Nano Suparno <sup>1</sup>Frebhika Sri Puji Pangesti<sup>2</sup>Ade Ariesmayana<sup>3</sup>

*Universitas Banten Jaya*

e-mail:frebhikasripujipangesti@unbaja.ac.id

e-mail: adeariesmayana@unbaja.ac.id

**Abstract** : Domestic waste at PT X is currently not treated properly, this happens because the waste treatment method cannot be applied in industrial circles in Indonesia. The purpose of this study was to determine the installation design for domestic waste treatment at PT X. The primary data in this study were data on the quality of domestic wastewater at PT X. Sampling was done by purposive random sampling and sample testing was carried out by the regulation of the minister of environment number 68 of 2016, secondary data in this study is in the form of documents that include the number of employees at PT X as well as image layouts at PT X. The results of this study are the volume of waste produced by PT X in Tangerang is 1,400 liters/day, water treatment plant waste in PT X Tangerang uses the biofilter method with wasp nest media, and the budget required in this planning is Rp. 4,532,414. This research is expected to be an alternative in domestic waste treatment at PT X so that the wasted waste does not pollute the environment around the factory.

**Keywords:** Processing, Waste, Factory, Domestic, Installation

**Abstrak:** limbah domestik di PT X saat ini belum diolah dengan baik hal ini terjadi karena metode pengolahan limbah belum dapat diterapkan di kalangan industri di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan desain instalasi dalam pengolahan limbah domestik di PT X. Data primer pada penelitian ini adalah data kualitas air limbah domestik di PT X pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive random sampling* dan pengujian sampel dilakukan sesuai dengan peraturan menteri lingkungan hidup nomor 68 tahun 2016, data sekunder pada penelitian ini adalah berupa dokumen yang meliputi jumlah karyawan di PT X serta layout gambar di PT X. Hasil dari penelitian ini adalah volume limbah yang dihasilkan oleh PT X di Tangerang sebesar 1.400 liter/hari, instalasi pengolahan air limbah di PT X Tangerang menggunakan metode biofilter dengan media sarang tawon, dan anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebesar Rp. 4.532.414. penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah domestik di PT X sehingga limbah yang terbuang tidak mencemari lingkungan sekitar pabrik.

**Kata Kunci:** Pengolahan, Limbah, Pabrik, Domestik, Instalasi.

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan kebutuhan menciptakan inovasi yang diwujudkan dengan produksi jenis barang baru yang menuntut perkembangan dalam dunia industri. Meningkatnya aktivitas industri sebanding dengan limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti terjadinya polusi air. Salah satu usaha untuk menanggulangi pencemaran air adalah membangun unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). PT X terletak di Kabupaten Tangerang, berada pada tanah seluas 3.1093 Ha. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri tangki. Jenis dan kapasitas produksi, berdasarkan izin Prinsip Penanaman Modal Dalam Negeri Nomor 206/3603/IP/PMBN/2015 tanggal 23 November 2015, dengan kapasitas produksi sebanyak 250 unit/tahun. Jumlah tenaga kerja perusahaan sebanyak 130 orang dan sebagian besar berasal dari penduduk lokal. Bangunan gedung terdiri dari gedung perkantoran 3 lantai, area workshop/produksi, gudang penyimpanan, musholla, pos security, ruang makan, dapur dan kamar mandi.

Jumlah fasilitas dan jumlah karyawan yang ada di PT X Tangerang yang menghasilkan air limbah domestik seperti; jumlah office dengan jumlah fasilitas 2 dan jumlah orang sebanyak 71; gedung produksi dengan jumlah fasilitas 2 dan jumlah orang sebanyak 43; gedung dengan jumlah fasilitas 1 dan jumlah orang sebanyak 4; machining & painting dengan jumlah fasilitas 1 dan jumlah orang sebanyak 8; finishing dengan jumlah fasilitas 1 dan jumlah orang 4; Musholla dengan jumlah fasilitas 1; toilet dengan jumlah fasilitas 18; pantry dengan jumlah fasilitas 3; Proses Pengetesan (Hydrotest) dengan jumlah fasilitas 1, penyiram tanaman jumlah fasilitas 4.623 m<sup>2</sup>

Karakteristik air limbah domestic yang berpotensi merusak lingkungan. PT X Tangerang hanya melakukan teknik pengendapan sebelum dibuang ke badan air. Inovasi pengolahan air limbah dengan teknologi biofilter menjadi salah satu alternatif yang mudah diaplikasikan untuk pengolahan limbah cair domestik (McNevin & Barford, 2000). Alasan teknologi Biofilter ini dipilih karena memiliki beberapa keunggulan antara lain pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, tahan terhadap fluktuasi debit aliran maupun fluktuasi beban/konsentrasi serta tingkat efisiensinya tinggi (Komariyah dan Sugito, 2011). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah atau volume limbah yang dihasilkan di PT.X, untuk mendapatkan rancangan instalasi

pengolahan air limbah domestik karyawan di PT.X, serta mengetahui jumlah anggaran biaya yang diperlukan untuk membuat bangunan IPAL.

Berdasarkan bahan – bahan residu yang terkandung dalam air limbah, air limbah domestik adalah air limbah domestic abu – abu (*grey water*) dan air limbah domestik hitam (*black water*):

### **1. Air Limbah Domestik Abu – Abu (*grey water*)**

*Grey water* merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas mandi, *laundry*, pencucian alat-alat, pencucian bahan makanan. *Grey water* mengandung berbagai bahan residu yang memiliki risiko bahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Kandungan bahan-bahan dalam *grey water* berupa minyak dan 12 lemak, sodium, fosfor, nitrogen, garam serta senyawa kimia yang terdapat pada deterjen, sabun, dan bahan pembersih rumah tangga lainnya. Selain bahan-bahan tersebut, *grey water* juga mengandung organisme penyebab penyakit seperti bakteri, protozoa, dan virus. *Grey water* dapat dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman, namun jika penggunaan *grey water* dilakukan terus menerus akan menyebabkan kelebihan bahan organik pada tanah yang berdampak pada kejenuhan bahan organik dalam tanah sehingga tanah sulit untuk ditumbuhi tanaman. Selain itu, *grey water* berlebih dalam tanah berisiko merusak kualitas tanah dan berisiko mencemari air tanah.

### **2. Air Limbah Domestik Hitam (*black water*)**

Kualitas *black water* ditentukan dari proporsi penyusun *black water*. Urin dan feses pada umumnya merupakan hasil buangan yang mengandung residu bahan kimia dan bahan toksik lainnya yang tidak diperlukan tubuh. Residu tersebut berasal dari konsumsi zat kimia dalam berbagai jenis seperti obat maupun jenis suplemen lainnya. Semakin banyak residu yang dihasilkan tubuh dan dibuang dalam bentuk urin dan feses maka semakin berbahaya *black water* yang dihasilkan (Tjandraatmadja and Diaper, 2006). *Black water* juga mengandung organisme penyebab penyakit, hormon serta residu bahan kimia yang diekskresikan tubuh.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

- **Lokasi Penelitian**

PT. X terletak di Kawasan Industri Baja Mas RT/RW 01/02, Desa Talagasari, Kecamatan Balaraja Kabupaten Tangerang, berada pada tanah seluas 31.093 m<sup>2</sup>. Lokasi tersebut berada titik koordinat geografis : 6°12'03.0"S 106°27'38.7"E.

Batas – batas wilayah dari PT. X adalah :

- Sebelah utara : Jalan Kawasan Baja Mas
- Sebelah selatan : Toll Tangerang – Merak
- Sebelah barat : PT. NLK
- Sebelah timur : PT. Universal

- **Teknik Analisis Data**

- **Sumber Data Pengamatan**

Jenis data berdasarkan cara memperolehnya dibagi atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengukuran atau pengamatan langsung dilapangan dan data sekunder yang merupakan data yang diperoleh dari sumber data lain baik jurnal atau dokumen perusahaan.

- **Pengolahan dan Analisis Data**

1. **Data Primer**

Data primer yang diperlukan dalam perancangan ini terdiri dari data kualitas air limbah dengan metode grab sampling yang dilakukan pada saat waktu puncak debit maksimum.

- a. **Samplng dan Analisa Karakteristik Air Limbah**

Samplng air dengan cara *purposive random sampling* diperlukan untuk mengetahui karakteristik limbah yang ada didalam air limbah PT X. Selain itu pertimbangan lain yang diperlukan yaitu proses pembuangan limbah berlangsung secara kontinyu. Samplng dilakukan secara komposit gabungan waktu dan cara mengambil air limbah pada saluran pembuangan limbah pabrik. Sampel air selanjutnya di analisa di Laboratorium.

- b. **Lokasi Titik Samplng**

Survei lokasi titik samplng diperlukan untuk mengetahui kondisi sesungguhnya yang digunakan untuk menunjang perancangan IPAL. Survei dilakukan untuk melihat kondisi sebenarnya dilapangan.

c. Sampel

Sampel yang digunakan pada perancangan instalasi pengolahan air limbah ini adalah sampel dari kuantitas air limbah yang dihasilkan oleh PT X, yang dimana pada sampel air buangan ini diambil pada satu titik lokasi pembuangan air limbah dengan beberapa parameter yang akan diuji sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 68 tahun 2016

d. Survey kondisi eksisting

Survey kondisi eksisting yang akan dilakukan meliputi:

- Ketersediaan lahan

Ketersediaan lahan ini diperlukan untuk mengetahui informasi mengenai ketersediaan lahan untuk instalasi pengolahan air limbah (IPAL) serta untuk menentukan alternatif pengolahan (IPAL).

- Waktu operasional pabrik

Waktu operasional pabrik diperlukan untuk menentukan jam puncak

- Pemakaian air

e. Pengolahan limbah domestik yang sudah ada

**2. Data Sekunder**

Data sekunder yang diperlukan dalam perancangan berupa dokumen maupun gambar. Data sekunder berupa dokumen diperlukan dalam pengolahan limbah adalah dokumen pemakaian air. Data lainnya adalah gambar denah maupun layout dari perusahaan.

a. Pengambilan Kuantitas Air Limbah

Kuantitas dinyatakan dengan debit air, data debit air dibutuhkan untuk menentukan kapasitas instalasi apabila terjadi kenaikan pemakaian air yang menyebabkan kenaikan jumlah air limbah.

b. Data Sekunder Karakteristik

Data sekunder karakteristik limbah industri tangki menggunakan industri yang memiliki kesamaan bahan baku. Pada data sekunder ini menggunakan karakteristik limbah air domestik tersendiri.

- **Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan setelah data – data yang dibutuhkan telah dikumpulkan.

Pengolahan data yang dilakukan meliputi:

1. Perhitungan debit air limbah dan analisa karakteristik air limbah domestik karyawan PT X.

Debit perancangan diperoleh dari survei dilapangan. Data penggunaan air selanjutnya dihitung penggunaan air rata-rata. Debit puncak tersebut akan digunakan dalam desain.

- a. Perhitungan kuantitas air limbah
- b. Perhitungan debit air limbah rata-rata
- c. Perhitungan Q peak

2. Penetapan baku mutu *effluent* air limbah

Air limbah akan di uji dengan menggunakan baku mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 Lamp. I tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri*. Penataan baku mutu ini agar nantinya air yang dibuang ke badan air atau drainase bisa sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan.

3. Penetapan alternatif pengolahan berdasarkan data kualitas dan kuantitas.

Alternatif pengolahan ditetapkan setelah menganalisa data kualitas, kuantitas dan hasil analisa penelitian. Dimana alternatif pengolahan dimulai dari pengolahan tahap pertama (fisik – kimia) dilanjutkan dengan pengolahan tahap kedua.

4. Penetapan kriteria desain

Kriteria perancangan terkait pengolahan air limbah cair. Desain ini menjadi acuan untuk menentukan dimensi yang akan dibutuhkan IPAL.

5. Perhitungan dimensi unit pengolahan

Perhitungan ditetapkan berdasarkan pada kriteria desain yang ditetapkan. Hal yang perlu dihitung dari setiap bangunan yaitu dimensi maupun saluran pada bangunan IPAL.

6. Gambar DED (*Detail Engineering Design*)

Dalam gambar detail perlu digambarkan bentuk dari unit pengolahan secara jelas yaitu bentuk dan ukuran unit bangunan.

7. *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

*Bill of quantity* merupakan perhitungan detail dari pekerjaan pembangunan instalasi pengolahan limbah domestik karyawan di PT X, baik berupa jumlah perpipaan maupun galian dan timbunan yang akan dikerjakan. Perhitungan BOQ berdasarkan upah jasa dan material yang berlaku di Provinsi Banten. Sedangkan RAB adalah rekapitulasi anggaran biaya keseluruhan proses pembangunan pengolahan limbah domestik karyawan PT X Tangerang.

**PEMBAHASAN**

• **Perhitungan Kebutuhan Air Bersih**

Untuk menghitung kebutuhan air bersih yang berada di PT X Tangerang, maka diperlukan data jumlah karyawan lalu dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih per liter per orang per hari sebesar 144 liter/hari. (Dirjen Cipta Karya, 2006).

**Tabel 1** hasil perhitungan kebutuhan air bersih

No	Perhitungan	Nilai $Q_{fave}$	Nilai kebutuhan air bersih ( $\sum Q_{ave}$ )
1	Proses Pengujian	0,1736 l/detik	
2	Tempat Peribadatan	0,0752 l/detik	
3	Toilet	1,3542 l/detik	55,55 l/detik
4	Pentry	0,2257 l/detik	
5	Penyiraman Tanaman	53,51 l/detik	

• **Perhitungan Debit Air Limbah**

Untuk menghitung debit air limbah di PT X Tangerang menggunakan data berupa jumlah kebutuhan air bersih yang telah dihitung sebelumnya lalu dikalikan dengan 80% menurut Permen 04-PRT-M-2017 tentang SPALD yang dijelaskan pada tahap ketiga; Penentuan debit timbulan air limbah domestik pada setiap lokasi sumber air limbah domestik sesuai dengan fungsi penggunaan bangunan dan bangunan gedung.

**Tabel 2** Hasil Perhitungan Penentuan Debit Timbulan Air Limbah Domestik

No	Jenis Perhitungan	Hasil Perhitungan
1	Debit air limbah (Qd)	0,1733 l/detik
2	Q Peak	0,2599 l/detik
3	Q infiltrasi	0,0003781 l/detik

- **Kualitas Air Limbah**

Kualitas air limbah *grey water* di PT X Tangerang diambil dari beberapa air limbah di PT X dengan populasi keseluruhan air limbah di PT X. Metode pengambilan sampel dengan *purposive random sampling*. Penentuan waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 07.00 – 08.00 wib. Pengujian sampel dilakukan di PT Laboratorium Medio Prata

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium maka didapatkan karakteristik air limbah seperti pada Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 3.** Karakteristik Air Limbah *Grey Water*

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan	Spesifikasi Metode
1	Suhu / Temperatur	27,6	-	°C	SNI 06-6989.23-2005
2	Total Residu Tersuspensi (TSS)	15,3	30	mg/L	SNI 06-6989.3-2004
3	pH	7,6	6-9	-	SNI 06-6989.11-2004
4	Amoniak (NH <sub>3</sub> -N)	7,5	10	mg/L	SNI 06-6989.30-2005
5	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	21	30	mg/L	IKM/5.4.3/LMP
6	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	75,3	100	mg/L	SNI 6989.2:2009
7	Minyak & Lemak (OG)	<0,86	5	mg/L	SNI 6989.10-2011
8	Total Koliform ( <i>Coliform Total</i> )	2613	3000	MPN/10 0ml	APHA ed.23 <sup>rd</sup> 9223-2017
9	Debit Air	57,1	100	L/Orang /Hari	Perhitungan

Sumber: PT Laboratorium Medio Pratama, 2020

Hasil dari karakteristik air limbah (*grey water*) dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68/MENLHK-SETJEN/2016. Untuk parameter yang diuji semuanya sudah sesuai dengan baku mutu air limbah domestik.



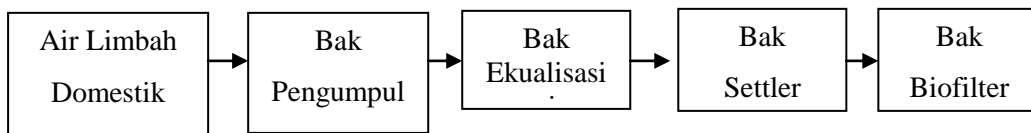
- **Kuantitas Air Limbah**

Kuantitas air limbah didapat dari data jumlah karyawan PT X Tangerang yang dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih per liter per orang per hari sebesar 144 liter/hari. (Dirjen Cipta Karya, 2006). Hasil dari pengumpulan data kuantitas air bersih didapatkan total kebutuhan air bersih sebesar 18.720 liter/hari.

Dalam perhitungan yang telah didapatkan nilai air limbah sebesar 17,976 liter/hari. Data debit air limbah ini yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan unit pengolahan.

- **Alternatif Pengolahan**

Alternatif pengolahan menggunakan media Biofilter Sarang Tawon



**Gambar 4.3.** Alternatif Pengolahan Air Limbah

- **Perhitungan *Detail Engineering Desain (DED)***

- 1. Bak Pengumpul**

Sebelum masuk ke unit pengolahan air limbah Bak Ekualisasi, air limbah yang berasal dari saluran air limbah toilet masuk ke unit sumur pengumpul  
 Direncanakan :

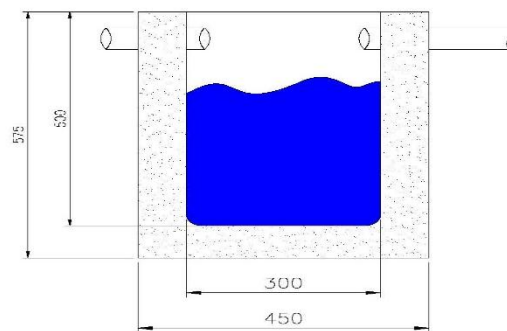
**Tabel 4** Tabel Hasil Perhitungan Rancangan Bak Pengumpul

No	Rancangan Bak Pengumpul	Nilai
1	Q	$6,61 \times 10^{-7}$
2	Td	6 jam/21.600 detik
3	P:L	1:1
4	h	0,5 meter
5	Volume	0,0143 m <sup>3</sup>
6	Luas permukaan	0,0286 m <sup>2</sup>
7	Volume efektif sumur	0,015 m <sup>3</sup>

Dimensi sumur pengumpul :

Pada dimensi sumur pengumpul dibuat dengan design panjang 0,3M; L 0,1M; tebal dinding 0,1M; kedalaman (h) 0,5M; freeboard 0,3M, V rencana 1 M/det. Dari data tersebut maka diperoleh nilai  $Q = 6,61 \times 10^{-7} \text{M}^3/\text{det}$ ;  $A = 6,61 \times 10^{-7} \text{M}^2$ ;  $D = 9,1762 \times 10^{-4}$ . Cara menyalurkan air limbah dari sumur pengumpul ke bak ekualisasi menggunakan pompa dengan menggunakan ukuran pipa sesuai pada katalog Wavin yaitu mm.

Adapun desain unit bak pengumpul dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Desain Bak Pengumpul

## 2. Bak Ekualisasi

Bak Ekualisasi di desain untuk menyamakan aliran, konsentrasi atau keduanya.

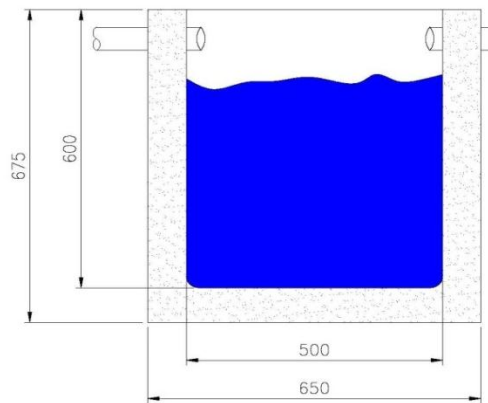
Dimensi bak dibuat dengan kedalam bak sebesar 0,6 M; perbandingan Panjang dan Lebar 1:1; V sebesar  $1,37 \times 10^{-7} \text{M}^3/\text{det}$ ; Luas Permukaan sebesar  $2,283 \times 10^{-7} \text{M}^2$ ; Panjang sebesar 0,5M; Lebar sebesar 0,5M; Ruang bebas sebesar 0,1M; dan volume efektif bak sebesar  $0,15 \text{M}^3$

Dimensi bak ekualisasi dibuat dengan Panjang 0,5M; Lebar 0,5M; Tebal dinding 0,1M; Kedalaman 0,6M; serta Freeboard 0,1M; Diameter pipa sebesar 1,3MM; Nilai A cek sebesar  $1,3266 \text{M}^2$  sedangkan V cek sebesar  $4,98 \times 10^{-7} \text{m}/\text{det}$

Perhitungan Diameter Pipa Efluen:

Cara menyalurkan air limbah dari bak ekualisasi ke *settler* menggunakan pompa dengan menggunakan ukuran pipa sesuai pada katalog Wavin yaitu 100 mm.

Adapun desain unit bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5.** Desain Bak Ekualisasi

### 3. Bak Settler

Untuk mengurangi beban pencemar yang terdapat dalam air buangan maka direncanakan unit settler sebelum masuk ke unit pengolahan Anaerobik Biofilter sehingga beban pencemar ke unit yang masuk ke Anaerobik Biofilter menjadi lebih kecil. Perhitungan Settler dalam perencanaan ini menggunakan perhitungan tangki septik dalam (Sasse, 1998). Hal ini dilakukan agar pengurasan lumpur tidak dilakukan setiap hari sehingga biaya operasional menjadi lebih murah.

Direncanakan untuk Bak Settler ialah: Suhu Pengolahan 26oC-30oC; Waktu Pengaliran 24 jam; Pengurasan lumpur 24 bulan; Td Tangki Septik 2 jam (2-4jam); Rasio SS/COD 0,42 (0,35-0,45); COD influen 75,3 Mg/L; BOD influen 21 Mg/L; TSS influen 15,3 Mg/L; Q0,057M<sup>3</sup>/hari; Kedalaman 2,25M; Lebar 1,5M; Panjang Bak Pertama  $\left(\frac{2}{3} \times \text{volume} \times 2,25 \times 1,5\right)$

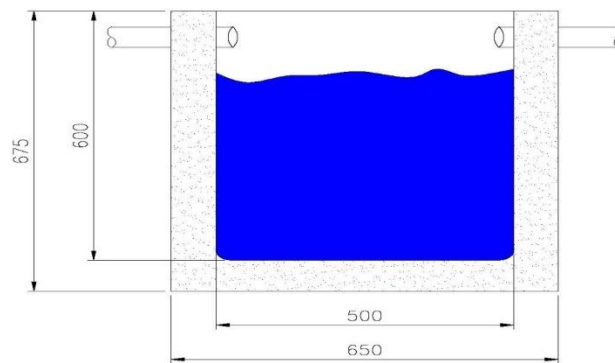
#### **Perhitungan Biogas yang Terbentuk di Settler:**

Diasumsikan bahwa biogas yang terbentuk terdiri dari 70% gas Metana (CH<sub>4</sub>) dan 30% gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Setiap kg COD yang tersisihkan menghasilkan 350 liter gas metana dan sebesar 50 % dari gas metana tersebut larut (Sasse, 1998). Dan dapat ditentukan perhitungan Biogas yang terbentuk di setteler yaitu COD in 75,3Mg/L; % Removal COD 29,4%; COD out 22,1332 Mg/L; COD out 53,1618 Mg/L; COD Removal 29,4%; Gas yang terbentuk dari COD 1,262×10<sup>-3</sup>M<sup>3</sup>/hari.

Menurut Paulustathis dan Giraldo Gomez dalam Deublein dan Steinhauster (2008). TSS akan terkonversi 25 % menjadi gas dari penguraian TSS. Maka didapatkan nilai TSS out sebesar 6,079 Mg/L.

### Lumpur yang Terbentuk di Settler

Lumpur yang terbentuk di Settler sebesar  $6,577 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{hari}$   
 Adapun desain unit bak settler dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6.** Desain Bak Settler

## 4. Bak Biofilter

Karakteristik yang masuk BOD 21 Mg/L; COD 75,3 Mg/L; TSS 15,3 Mg/L. Yang direncanakan HRT 36 Jam; OLR 8,8 Kg COD/M<sup>3</sup>.Hari; HLR 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari; Suhu Reaktor 30°. Sedangkan untuk Porositas media yang diperlukan adalah Batu kerikil 50% (berdasarkan tipe bahan); Sarang tawon 98% (berdasarkan tipe), untuk spesifikasi permukaan yang diperlukan Batu kerikil 100 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (berdasarkan tipe bahan), sarang tawon 150 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (berdasarkan tipe bahan), jumlah kompartemen 5.  
 $\% \text{Removal COD} = ((\text{Faktor suhu} \times \text{Faktor Strength wastewater} \times \text{Faktor Luas Permukaan Media} \times \text{Faktor HRT}) \times (1 + (\text{Jumlah Kompartem} \times 0.04)))$ .

Rumus diatas mempertimbangkan peningkatan pengolahan karena peningkatan jumlah kamar dan batas efisiensi mencapai 98% (Sasse, 1988).

Media Sarang Tawon:

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal COD} &= ((1,1 \times 0,889023 \times 1,03 \times 0,70403) \times (1 + (5 \times 0,04))) \\ &= 0,8509 \text{ atau } 85,09 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa efisiensi removal COD adalah 85,09 %

$$\begin{aligned} \% \text{ BOD Removal} &= (\text{Faktor BODrem/CODrem}) \times \text{COD removal} \\ &= 87,21 \% \end{aligned}$$

$$\% \text{ Removal TSS} = 60,27 \%$$

Kualitas Effluen Air Limbah dari Biofilter dengan menggunakan Media Sarang Tawon adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BOD eff} &= 87,21\% \times \text{BOD influen} \\ &= 18,3141 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD eff} &= \text{BOD inf} - \text{BOD eff} \\ &= 2,6859 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

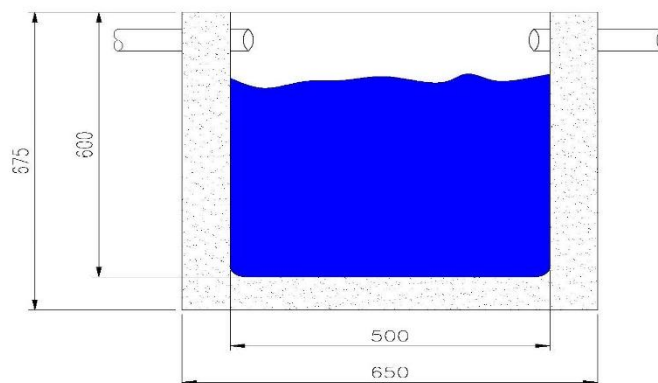
$$\begin{aligned} \text{COD eff} &= 85,09 \% \times \text{COD influent} \\ &= 64,07 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD eff} &= \text{COD inf} - \text{COD eff} \\ &= 11,23 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS eff} &= 60,27 \% \times \text{TSS influent} \\ &= 9,22131 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS eff} &= \text{TSS inf} - \text{TSS eff} \\ &= 6,07869 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Adapun desain unit bak biofilter dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Desain Bak Biofilter

## 5. Massa Balance

Perhitungan massa *balance* untuk setiap bangunan sebagai berikut:

Influent Air Limbah:

$$\begin{aligned} Q &= 57,1 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 6,61 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400 \end{aligned}$$

$$= 0,057 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{MBOD}_5 = Q \times \text{BOD influent}$$

$$= 0,057 \text{ m}^3/\text{hari} \times (21 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 1,197 \times 10^{-3} \text{ kg BOD}/\text{hari}$$

$$\text{MCOD} = Q \times \text{COD influent}$$

$$= 0,057 \text{ m}^3/\text{hari} \times (75,3 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 4,2921 \times 10^{-3} \text{ kg COD}/\text{hari}$$

$$\text{MTSS} = Q \times \text{TSS influent}$$

$$= 0,057 \text{ m}^3/\text{hari} \times (15,3 \text{ mg/L}/1000)$$

$$= 8,721 \times 10^{-4} \text{ kg TSS}/\text{hari}$$

## 6. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya berdasarkan upah jasa dan material yang berlaku di Harga Satuan Pokok (HSP) Provinsi Banten. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan untuk membangun unit IPAL adalah Rp. 4.532.414.

### KESIMPULAN

1. Volume limbah yang dihasilkan oleh PT X di Tangerang sebesar 14.976 liter/hari, sedangkan kebutuhan air bersihnya sebesar 1.300 liter/hari.
2. Instalasi pengolahan air limbah di PT X Tangerang menggunakan metode biofilter dengan media Sarang Tawon. Inovasi pengolahan air limbah dengan teknologi biofilter menjadi salah satu alternatif yang mudah diaplikasikan untuk pengolahan limbah cair domestik.
3. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun unit IPAL sebesar Rp. 4.532.414 (empat juta lima ratus tiga puluh dua ribu empat ratus empat belas rupiah)

## DAFTAR RUJUKAN

- Asmadi dan Suharno. (2012). “Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah”. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Eddy. (2008). “Karakteristik Limbah Cair”. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 4 No.(2). 20.
- Han Chang, R. Gong Wu, F., Yuan Ma, M., (2009). *A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design*. *Applied Ergonomics* 40 , 878–886.
- Komariyah, S. Dan Sugito. (2011). Perencanaan IPAL Biofilter di UPTD Kesehatan Puskesmas Gondang Wetan Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknik Waktu*. Vol.09 No.(02). 1412-1867.
- Metcalt, and Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw, New York.
- Metcalt dan Eddy. (2004). *Wastewater Engineering Treatment Disposal*. McGraw, New York.
- Mukhtasor. (2007). *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta : Sekretariat Negara.
- Rhenny Rahmawati. Alkholif, Muhammad & Sugito. (2014). *Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Biofilter untuk mengolah Air Limbah Poliklinik UNIPA*. Surabaya.
- Ronny. (2015). “Kemampuan Biofilter Sarang Tawon Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanudin”. Makassar : Politeknik Kesehatan Makassar.
- Sugito. (2017). “Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Dengan Adsorpsi Dan Pretreatment Netralisasi Dan Koagulasi”. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol.10. No (2). 126-128.
- Suharto. (2010). *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Air dan Udara*. Yogyakarta : Andi.k.
- Suyasa, W.B. (2015). “Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah”. Denpasar: Udayana University Press.
- Tjandraatmaja and Diaper. (2006). “Analisis kualitas perairan yang tercemar oleh limbah laundry. *Jurnal Ilmu Lingkungan*”. ISSN: 1829-8907. Vol. 10. ISSUE 1:38-48.