

Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Farmasi PT. X

Kevin Leonardo Sulistiyo¹, Wahyu Ugroseno²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: ¹kevinleonardo24@email.com, ²wahyu_ugroseno.tl@upnjatim.ac.id

Abstract

This article aims to evaluate the performance of the wastewater treatment plant (WWTP) operated by the pharmaceutical industry PT. X. The study assesses the effectiveness of wastewater treatment by testing water quality parameters from both the inlet and outlet, as well as analyzing each treatment unit, such as Oil and Scum Separation, Oil and Scum Collection, Equalization and Neutralization Tank, Aeration Tank, Clarifier, Break Tank, Filtration, Final Tank, and Sludge treatment units, including Sludge Collection and Stabilization Tank and Filter Press. Monitoring results show that PT. X's wastewater meets the established quality standards. However, operational issues were observed, including overflow in the equalization and neutralization tanks, foam formation in the aeration tank, and sludge bulking in the clarifier unit, all requiring corrective actions. Recommended improvements include installing ultrasonic sensors, increasing dissolved oxygen (DO) concentration and the food-to-microorganism (F/M) ratio, and replacing filter media to optimize the treatment process. This evaluation is essential to ensure optimal wastewater treatment performance and compliance with environmental quality standards.

Keywords: Wastewater Treatment Plant, Pharmaceutical Industry, Evaluation.

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) milik PT. X yang beroperasi di Industri farmasi. Studi ini menilai efektivitas dari pengolahan limbah cair melalui pengujian parameter kualitas air dari inlet maupun outlet serta analisis dari masing – masing unit yang digunakan seperti unit *Oil and Scum Separation*, *Oil and Scum Collection*, *Equalization and Neutralization Tank*, *Aeration Tank*, *Clarifier*, *Break Tank*, *Filtration*, *Final Tank*, dan unit pengolahan lumpur yaitu *sludge collection and stabilization tank* serta *filter press*. Pada hasil pemantauan air limbah milik PT. X diketahui telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Namun, dalam kondisi aktualnya terdapat beberapa kendala operasional seperti terjadinya *overflow* pada unit *equalization and neutralization tank*, kemudian munculnya buih pada *aeration tank*, dan timbul *sludge bulking* pada unit *clarifier* yang memerlukan rekomendasi perbaikan. Adapun rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan pemasangan *sensor ultrasonic*, kemudian meningkatkan konsentrasi DO (*Dissolved Oxygen*) dan nilai F/M ratio, serta penggantian media filter untuk mengoptimalkan proses pengolahan limbah. Evaluasi ini penting digunakan untuk memastikan pengolahan limbah berjalan dengan optimal dan memenuhi standar baku mutu lingkungan.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah, Industri Farmasi, Evaluasi.

1. PENDAHULUAN

Industri adalah sektor yang memiliki kontribusi penting dalam kemajuan perekonomian Indonesia (Fitri et al., 2025). Salah satu aktivitas pembangunan di Indonesia yang sampai saat ini menjadi prioritas adalah industri farmasi (Ruskar et al., 2025). Konsumsi obat - obatan di dunia semakin meningkat seiring bertambahnya populasi dan kasus penyakit kronis (Kusturica et al., 2022). Akibatnya, produksi dan pembuangan obat turut meningkat dengan seiring berjalannya waktu (Wahyudi et al., 2025).

Indonesia dengan jumlah penduduk yang besar memiliki ratusan perusahaan industri farmasi yang terdiri dari perusahaan farmasi lokal maupun multinasional, salah satunya yaitu, PT. X merupakan salah satu industri farmasi di Indonesia. Produk farmasi yang dihasilkan bermacam - macam mulai dari obat - obatan kapsul, sirup, herbal, dan sebagainya. Selama berjalannya proses produksi pasti akan menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair yang mengandung zat berbahaya dan polutan. Limbah cair industri farmasi ini dihasilkan dari kegiatan produksi dan kegiatan domestik seperti kantin, toilet, dll (Nabila & Mirwan, 2023). Limbah cair memiliki dampak yang cukup besar terhadap lingkungan karena mengandung bahan organik dan senyawa asam yang berbahaya. Salah satu bahan kimia yang biasa terdapat pada industri farmasi adalah surfaktan. Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan yang tepat akan berpotensi menurunkan kandungan oksigen terlarut di perairan dan dapat mencemari lingkungan.

Standar baku mutu air limbah untuk industri farmasi milik PT. X telah diatur pada Persetujuan Teknis Baku Mutu Air Limbah dimana persetujuan ini mengatur parameter air limbah campuran yakni terdiri atas limbah cair industri farmasi dan limbah cair domestik. Berdasarkan dokumen persetujuan tersebut maka perlu dilakukan pengelolaan limbah cair pada skala industri. Untuk melakukan pengelolaan ini dapat dilakukan dengan merancang IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). IPAL berfungsi untuk menurunkan konsentrasi polutan agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan (Goni et al., 2021). Untuk mengetahui apakah IPAL tersebut berfungsi dengan baik maka diperlukan adanya suatu evaluasi yang bertujuan untuk mengetahui efektifitas kinerja unit IPAL dalam mengolah air limbah. Selain itu, evaluasi juga berfungsi untuk menganalisis kesesuaian unit dengan standarisasi bangunan dan mencegah potensi yang dapat menyebabkan pengolahan air limbah belum memenuhi standar baku mutu. Evaluasi ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengoptimalan pengolahan limbah cair sehingga dapat meminimalkan biaya operasional pada instalasi pengolahan air limbah industri farmasi PT. X.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Studi dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Farmasi PT. X selama 5 bulan pada bulan Agustus – Desember 2025.

2.2 Prosedur Analisis Data

PT. X berupaya mengolah limbah cair yang dihasilkan dari serangkaian kegiatan produksi maupun domestik untuk menurunkan beban pencemar yang ada yaitu dengan mengolah limbah yang dihasilkan dengan cara pengolahan secara fisika, kimia maupun biologis, adapun unit yang digunakan untuk mengolah limbah cair industri farmasi milik PT. X adalah *oil and scum separation*, *oil and scum collection*, *equalization and neutralization*, *aeration tank*, *clarifier*, *break tank*, *filtration*, dan *final tank*. Sedangkan untuk penanganan lumpur (*sludge*) IPAL X digunakan unit *sludge collection and stabilization*, dan *filter press*.

Metode dalam penyelesaian tugas yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap aspek teknis bangunan secara teoritis sesuai kriteria re yang dapat mempengaruhi kinerja suatu unit bangunan dan menghitung efisiensi persen removal. Data penunjang yang digunakan dalam penyelesaian tugas adalah dimensi unit eksisting PT. X meliputi panjang, lebar, dan kedalaman. Setelah itu dilakukan perhitungan waktu tinggal (*detention time*), *overflow rate* dan *Nre* pada unit - unit yang terdapat di IPAL PT. X. Evaluasi dilakukan

jika terdapat unit yang tidak memenuhi kriteria desain. Kemudian memberikan rekomendasi berupa pengoptimalan sistem pengolahan dan *re-desain* yang digunakan untuk memperbaiki masalah yang telah diidentifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penanganan air limbah yang buruk menyebabkan timbulnya penyakit yang ditularkan melalui air terutama bagi penduduk tinggal di daerah pemukiman sekitar industri. Dari permasalahan tersebut, maka perlu pengkajian ulang dan dilakukan evaluasi tentang kinerja IPAL. Evaluasi perlu dilakukan untuk memastikan seberapa optimal dan efisien kinerja IPAL dalam mengolah air limbah (Witjaksono & 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.

3.1. Efisiensi Removal Pada IPAL PT.X

Tabel 1. Hasil Uji Parameter PT. X

Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku Mutu	Efisiensi Removal	Metode Pengujian
Minyak dan Lemak	mg/L	5,81	1,27	5	78,14%	SNI 6989.10-2011
COD	mg/L	162	33,05	126,4	79,60%	SNI 6989.2:2019
BOD	mg/L	107,25	17,61	53,8	83,58%	SNI 6989.72:2009
TSS	mg/L	44,5	1,98	53,8	95,55%	SNI 6989.3:2019
NH ₃ -N	mg/L	16	0,31	10	98,06%	SNI 06- 6989.30-2005
Total Coliform	MPN/ 100 mL	6950	214,83	3000	96,91%	SNI 06-4158-1996
pH	-	7,43	7,67	6 - 9	-	SNI 6989.11:2019

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Data yang digunakan pada tabel diatas merupakan data primer hasil pengujian kualitas inlet dan outlet IPAL PT. X yang dilakukan di Laboratorium pihak ketiga. Efisiensi removal pada IPAL PT. X dihitung untuk mengetahui kinerjanya dalam menurunkan kandungan bahan pencemar pada air limbah. Menghitung efisiensi removal suatu parameter dapat dihitung dengan membandingkan konsentrasi parameter pada inlet dan outlet.

$$\text{Efisiensi Removal (\%)} = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

C_{in} = Konsentrasi pencemar di inlet

C_{out} = Konsentrasi pencemar di outlet

Dapat disimpulkan bahwa IPAL PT. X tergolong efisien dalam menurunkan beban pencemar pada air limbah. Hal ini menunjukkan bahwa IPAL tersebut beroperasi dengan baik dalam menurunkan beban pencemar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

3.2. Evaluasi Unit IPAL PT. X Secara Teoritis

Instalasi Pengolahan Air Limbah pada PT. X dalam mengolah limbah yang dihasilkan dari proses produksi dan domestik memiliki debit kapasitas sebesar 270 m³/hari. Untuk mengetahui debit harian air limbah yang masuk maka diperlukan pendataan setiap harinya. Debit harian yang masuk dalam pengolahan dapat diketahui dari pembacaan flowmeter elektromagnetik, adalah perangkat yang digunakan untuk

mengukur laju aliran cairan konduktif melalui pipa. Flowmeter elektromagnetik mengadopsi pengukuran aliran elektromagnetik dan teknologi transmisi data jarak jauh nirkabel untuk mengukur cairan konduktif dalam pipa tertutup. Namun flowmeter ini memiliki kekurangannya yang dimana rentan terhadap kotoran dan endapan yang dapat mengurangi akurasi pembacaan debit dan kebisingan listrik yang disebabkan oleh pompa, blower, dan *mixer* yang dapat mengganggu keakuratan dalam membaca debit. Sehingga dilakukan pengujian debit secara manual dengan metode *volumetric*, metode pengukuran debit secara lansung dimana debit dihitung langsung dari volume air yang terkumpul dalam suatu wadah dalam rentang waktu tertentu yang dilakukan berulang sebanyak 5 kali dengan hasil debit rerata 91,6 m³/hari. Setelah mendapat data debit dapat dilakukan analisis permasalahan sesuai kondisi eksisting dan mengevaluasi aspek teknis setiap unit sesuai kriteria desain sebagai berikut :

1. *Oil Scum Separation and Collection*

Unit pengolahan *oil scum separation and collection* merupakan suatu unit yang berfungsi untuk memisahkan dan mengumpulkan minyak (*oil*) dan lapisan lemak yang mengapung (*scum*) dari air limbah sebelum masuk ke pengolahan limbah selanjutnya. Prinsip kerja dari unit ini adalah dengan cara mengandalkan adanya perbedaan massa jenis dan gaya gravitasi sehingga minyak dan lemak yang lebih ringan akan mengapung di permukaan dan bisa dikumpulkan untuk dibuang secara terpisah. Unit ini penting digunakan untuk mengurangi beban pencemaran parameter minyak dan lemak (Azhari et al., 2025).

Tabel 2. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Oil Scum Separation and Collection*

<i>Oil Scum Separation and Collection</i> Kompartemen 1					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	2	m	-	-
Lebar	-	1,7	m	-	-
Kedalaman	-	1,5	m	-	-
Waktu Detensi	15 - 30	80	Menit	Tidak Memenuhi	<i>Buku A IPLT, Dirjen Cipta Karya, 2017</i>
<i>Oil Scum Separation and Collection</i> Kompartemen 2					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	2	m	-	-
Lebar	-	1,7	m	-	-
Kedalaman	-	1,5	m	-	-
Waktu Detensi	15 - 30	48	Menit	Tidak Memenuhi	<i>Buku A IPLT, Dirjen Cipta Karya, 2017</i>

(Sumber : Pengolahan data, 2025)

Dari data Tabel 2. diatas, unit *oil and scum separation and collection* tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan waktu detensi yang melebihi kriteria. Hal yang menyebabkan waktu detensi melebihi kriteria desain disebabkan oleh volume unit yang lebih besar dari debit air limbah yang masuk. Waktu detensi yang melebihi kriteria desain berdampak pada potensi kondisi anaerobik. Sehingga perlu dilakukan penyesuaian dengan memperbesar debit air limbah yang masuk atau mengurangi volume unit dengan dilakukan *re – desain*.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Unit *Oil Scum Separation and Collection*

<i>Oil Scum Separation and Collection</i> Kompartemen 1					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Waktu Detensi	15 - 30	27	Menit	Memenuhi	-
Panjang	-	0,9	m	-	-
Lebar	-	0,7	m	-	-
Kedalaman	-	1,5	m	-	-
<i>Oil Scum Separation and Collection</i> Kompartemen 2					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Waktu Detensi	15 - 30	27	Menit	Memenuhi	-
Panjang	-	0,5	m	-	-
Lebar	-	0,7	m	-	-
Kedalaman	-	1,5	m	-	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

2. *Equalization and Neutralization*

Unit *equalization* merupakan unit yang berfungsi mengumpulkan dan mengontrol fluktuasi dari karakteristik air limbah (Srinarwati et al., 2024). Agar memberikan kondisi optimum pada proses pengolahan selanjutnya. Sedangkan unit *neutralization* bertujuan untuk menetralkan kadar pH. Hal ini bermaksud agar proses pengolahan selanjutnya limbah tidak terganggu dan berjalan baik.

Tabel 4. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Equalization and Neutralization*

<i>Equalization and Neutralization</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	3,4	m	-	-
Lebar	-	3	m	-	-
Kedalaman	< 4	3	m	Memenuhi	<i>Metcalf and Eddy, 2003. Wastewater Engineering Treatment & Reuse 4th Edition.</i>
Waktu Detensi	> 2	6	Jam	Memenuhi	
Nre	> 10000	3.303.651,06		Memenuhi	<i>Reynolds, Tom D. dan Paul A. Richards. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd edition.</i>

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 4. diatas, unit *equalization and neutralization* telah memenuhi kriteria desain seperti waktu detensi dan Nre. Dari hasil pengamatan di lapangan, ditemukan permasalahan pada unit ini yaitu terjadinya kelebihan volume air (*overflow*) yang menyebabkan air merembes ke unit aerasi melalui pipa darurat. *overflow* pada unit *equalization and neutralization* sebesar 38,04 m³/hari. Dampak dari *overflow* ini adalah terganggunya proses netralisasi pH. Karena air tidak seluruhnya melewati jalur

yang seharusnya dimana terdapat pembubuhan bahan kimia. Hal ini menyebabkan pH yang masuk tidak terkendali membuat proses biologis menjadi terganggu. Untuk mengatasi *overflow* pada unit ini dapat dilakukan pemasangan *sensor ultrasonic* dan saklar pelampung (*float switch multilevel*). Kombinasi sistem kontrol otomatis ini berfungsi untuk memantau ketinggian level air dan bertugas mengirimkan sinyal ke PLC (*Programmable Logic Controller*). Ketika level air mencapai batas aman *float switch multilevel* akan mematikan pompa secara otomatis dari unit sebelumnya ke unit *equalization and neutralization*.

3. Aeration Tank

Unit *aeration tank* merupakan proses yang biasa disebut pengolahan air limbah lumpur aktif dengan bantuan mikroorganisme (Febianto & Novembrianto, 2024). Untuk mengurangi bahan - bahan organik. Sistem pengolahan ini menggunakan bakteri aerob yang dibiakkan dalam tangki aerasi yang bertujuan untuk menurunkan organik karbon atau organik nitrogen. Prosesnya dilakukan dengan penginjeksikan oksigen dalam air dengan memberikan gelembung - gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air.

Tabel 5. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting Aeration Tank

Aeration Tank					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	18,5	m	-	-
Lebar	-	5	m	-	-
Kedalaman	3 – 5,6	3,5	m	Memenuhi	<i>Metcalf & Eddy, 2003. WasteWater Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition.</i>
Waktu Detensi	18 - 36	30	Jam	Memenuhi	<i>Qasim, 1999. Wastewater Treatment Plants: Planning Design and Operation.</i>

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 5. diatas, unit *aeration tank* telah memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan HRT nya, namun pada pengamatan lapangan pada unit *aeration tank* muncul buih pada permukaan unit hal ini dapat disebabkan adanya senyawa surfaktan yang tidak terurai dan F/M rasio terlalu rendah yang menyebabkan mikroorganisme dalam unit *aeration tank* dalam kondisi lapar atau fase *endogenous* dimana mikroorganisme tersebut memakan selnya sendiri yang akan mengurangi jumlah lumpur yang terbentuk sehingga berpotensi memicu pertumbuhan bakteri berfilamen seperti *Nocardia amarae* yang menyebabkan lumpur sulit mengendap (*sludge bulking*) pada unit clarifier dan *sludge bulking* juga dapat disebabkan karena nilai SVI₃₀ yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan yang ada dapat dilakukan dengan melakukan sosialisasi pembuangan limbah terutama bahan kimia agar tidak langsung dibuang ke wastafel dan untuk selanjutnya dapat dilakukan peningkatan konsentrasi DO dan peningkatan F/M rasio (Said, 2017).

4. Clarifier Tank

Unit ini digunakan untuk memisahkan sejumlah kecil partikel halus yang akan menghasilkan liquid yang jernih dan yang terbebas dari partikel solid (Fikri, 2021). Selain itu mengendapkan lumpur setelah proses sebelumnya, biasanya digunakan apabila terdapat lumpur aktif. Lumpur yang mengandung mikroorganisme (bakteri) yang masih aktif akan diresirkulasi kembali ke *aeration tank* dengan tujuan agar konsentrasi mikroorganisme dalam pengolahan biologis dapat dipertahankan pada tingkat optimal serta membantu menjaga proses pengolahan terutama dalam menghadapi fluktuasi beban yang masuk dan untuk *sludge* yang mengandung mikroorganisme yang sudah mati atau tidak aktif lagi dialirkan ke pengolahan lumpur.

Tabel 6. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting Clarifier Tank

Clarifier Tank					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Diameter	3 - 60	4	m	Memenuhi	Qasim, 1985. <i>Wastewater Treatment Plants: Planning Design and Operation</i> .
Kedalaman	-	1,5	m	-	-
Waktu Detensi	2 - 4	3	Jam	Memenuhi	Metcalf & Eddy, <i>Wastewater Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition</i> .
Overflow Rate (OFR)	16 – 29 m ³ /hari	10	m ³ /hari	Tidak Memenuhi	Droste & Gehr Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari Tabel 6. diatas, unit *clarifier tank* tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan *overflow rate*. Nilai *overflow rate* yang tidak sesuai dengan kriteria desain dapat menyebabkan penurunan kualitas supernatan *clarifier*. Selain itu hasil pengamatan di lapangan pada unit *clarifier* terjadi *sludge bulking* dimana lumpur tidak dapat mengendap dengan baik sehingga kualitas effluent menurun dan tampak keruh yang disebabkan pertumbuhan bakteri berfilamen pada unit *aeration tank*. Untuk mengatasi permasalahan yang ada dapat dilakukan dengan menjaga konsentrasi DO dan meningkatkan F/M rasio pada unit sebelumnya.

5. Break Tank

Break tank merupakan bak penampungan sementara dalam sistem IPAL yang berfungsi untuk menampung air limbah hasil pengolahan sebelum dialirkan ke proses atau unit pengolahan selanjutnya. *Break tank* juga digunakan untuk mengontrol debit air limbah agar aliran air menjadi stabil sehingga proses pengolahan berjalan efektif dan mencegah limpahan air limbah.

Tabel 7. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Break Tank*

<i>Break Tank</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	2,4	m	-	-
Lebar	-	1,5	m	-	-
Kedalaman	1,5 - 2	1,3	m	Tidak Memenuhi	<i>Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition.</i>
Waktu Detensi	< 2	0,9	Jam	Memenuhi	

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 7. diatas, unit *break tank* tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari kedalaman *break tank*, ketidaksesuain tersebut tidak menjadi masalah dikarenakan pada bak antara tidak terjadi proses apapun. Namun, ketika kedalaman dilakukan perubahan pada kedalaman dapat membantu dalam memaksimalkan stabilisasi aliran. Apabila jika ingin dilakukan *re – desain* maka didapatkan hasil evaluasi sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Evaluasi Unit *Break Tank*

<i>Break Tank</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Kedalaman	1,5 - 2	1,5	m	Perencanaan	-
Volume Bak	-	5,4	m ³	-	-
Luas Permukaan	-	3,6	m ²	-	-
Panjang	-	3,6	m	-	-
Lebar	-	1,3	m	-	-
Waktu Detensi	< 2	0,9	Jam	Memenuhi	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

6. Filtration (*Fiber Reinforced Plastic*)

Filtration merupakan proses penyaringan untuk menyisihkan partikel tersuspensi (Sinurat et al., 2024). Proses penyaringan zat padat tersuspensi memiliki peranan penting, baik yang terjadi dalam pemurnian air tanah maupun dalam pemurnian buatan di dalam instalasi pengolahan air. Bahan yang digunakan sebagai media saringan adalah pasir yang mempunyai sifat penyaringan yang baik, keras, dan dapat tahan lama dipakai serta bebas dari kotoran dan tidak larut dalam air (Rohim, 2020).

Tabel 9. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Filtration (Fiber Reinforced Plastic)*

<i>Filtration (Fiber Reinforced Plastic)</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Diameter	-	1,06	m	-	-
Kedalaman	-	1,83	m	-	-
Kecepatan Penyaringan	12 - 33	6	m/jam	Tidak Memenuhi	<i>SNI 6774 : 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Instalasi Pengolahan Air</i>
Media Filter	-	Multimedia Filter dan Karbon Aktif	-	-	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari perhitungan diatas, unit *filtration* tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari perhitungan kecepatan penyaringan yang melebihi kriteria. Hal yang menyebabkan kecepatan penyaringan melebihi kriteria desain disebabkan oleh debit air limbah yang masuk lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas debit yang direncanakan untuk unit *filtration*. Selain itu dari hasil pengamatan di lapangan hasil air dari filtrasi masih keruh, hal ini disebabkan karena frekuensi penggantian media yang terlalu lama. Untuk *re - desain* bisa menyesuaikan kebutuhan dengan keadaan lapangan dengan spesifikasi yang sesuai di pasaran.

7. Final Tank

Final tank atau bak penampung akhir merupakan bak yang berfungsi untuk menampung air pada tahap akhir pengolahan limbah dimana air tersebut telah melalui seluruh rangkaian proses pengolahan, sehingga air yang berada di *final tank* biasanya sudah memenuhi standar baku mutu lingkungan dan aman untuk dibuang ke lingkungan.

Tabel 10. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Final Tank*

<i>Final Tank</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	2,4	m	-	-
Lebar	-	1,5	m	-	-
Kedalaman	1,5 - 2	1,3	m	Tidak Memenuhi	<i>Metcalf & Eddy, 2003. Wastewater Engineering Treatment & Reuse, 4th Edition.</i>
Waktu Detensi	< 2	0,9	Jam	Memenuhi	

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 10. diatas, unit *final tank* tidak memenuhi kriteria desain terlihat dari kedalaman *final tank*, ketidaksesuaian tersebut tidak menjadi masalah dikarenakan pada *final* tidak terjadi proses apapun. Namun, ketika kedalaman dilakukan perubahan pada dapat membantu dalam memaksimalkan stabilisasi aliran. Apabila jika ingin dilakukan *re – desain* maka didapatkan hasil evaluasi sebagai berikut

Tabel 11. Hasil Evaluasi Unit *Final Tank*

<i>Final Tank</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Kedalaman	1,5 – 2	1,5	m	Perencanaan	-
Volume Bak	-	5,4	m ³	-	-
Luas Permukaan	-	3,6	m ²	-	-
Panjang	-	3,6	m	-	-
Lebar	-	1,3	m	-	-
Waktu Detensi	< 2	0,9	Jam	Memenuhi	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

8. Sludge Collection and Stabilization

Stabilization sludge merupakan proses memecah komponen organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, menghilangkan senyawa yang lebih sederhana serta menghilangkan senyawa racun dan menghilangkan senyawa yang memicu bau tidak

sedap dengan memanfaatkan berbagai macam mikroorganisme. unit *sludge collection and stabilization* merupakan unit yang digunakan untuk menampung lumpur yang secara bersamaan menstabilisasi lumpur. Fungsi utama dari unit ini adalah untuk mengurangi volume lumpur melalui proses pengentalan (*thickening*) dan pengeringan (*dewatering*) agar lebih mudah dalam penanganan dan pembuangan.

Tabel 12. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Sludge Collection and Stabilization*

<i>Sludge Collection and Stabilization</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Panjang	-	2,4	m	-	-
Lebar	-	1,8	m	-	-
Kedalaman	-	3,2	m	-	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 12. diatas, unit *sludge collection and stabilization* tidak terdapat desain kriteria khusus karena keterbatasan literatur sehingga tidak dilakukan evaluasi pada unit tersebut.

9. Filter Press

Filter press adalah proses pengolahan lumpur dengan metode plate frame (Nuryoto, 2023). Unit *filter press* merupakan unit yang digunakan untuk menghilangkan air pada *sludge* guna menghasilkan limbah padatan. *Filter press* merupakan tahap dimana lumpur ditekan dengan tekanan 5 - 10 bar untuk menghilangkan kadar air dalam lumpur yang merupakan residu hasil pengolahan limbah cair. Frame yang tergabung menjadi satu dengan kain saring pada tiap sisi plate. Plate memiliki saluran sehingga hasil filtrat jernih dapat melewati tiap plate. Keuntungan dari penggunaan unit ini adalah pengoperasiannya yang mudah, dapat digunakan pada tekanan yang tinggi, dapat digunakan untuk menyaring larutan dengan viskositas tinggi.

Tabel 13. Kriteria Desain dan Kondisi Eksisting *Filter Press*

<i>Filter Press</i>					
Data Kriteria Desain	Kriteria Desain	Kondisi Eksisting IPAL PT. X	Satuan	Keterangan	Sumber
Dimensi Plate	-	46 x 46	m	-	-
Jumlah Plate	-	9	pcs	-	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2025)

Dari data Tabel 13. diatas, unit *filter press* tidak terdapat desain kriteria khusus karena keterbatasan literatur sehingga tidak dilakukan evaluasi pada unit tersebut.

4. KESIMPULAN

Sumber limbah cair pada PT. X berasal dari proses produksi sekaligus penunjang dan domestik. Kinerja IPAL PT. X dapat disimpulkan efisien dalam menurunkan beban pencemar secara signifikan masing - masing berturut - turut COD sebesar 79,60%, BOD 83,58%, TSS 95,55%, NH₃-N 98,06%, Minyak dan lemak 78,14% dan Total coliform 96,91%.

Dari hasil evaluasi desain IPAL PT. X yang dilakukan secara teoritis menunjukan sebagian besar unit pengolahannya sudah memenuhi kriteria desain, namun terdapat beberapa masalah yang muncul pada pengamatan lapangan berupa terjadinya *overflow* pada unit *equalization and neutralization*, munculnya buih pada permukaan unit *aeration tank*, *sludge bulking* pada unit *clarifier tank*, serta effluent yang masih keruh. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan pemasangan *sensor ultrasonic* dan *float switch multilevel* pada unit *equalization and neutralization* untuk mencegah terjadinya *overflow*,

sosialisasi dan peningkatan DO dan peningkatan F/M rasio pada unit *aeration tank* dan penggantian media filter pada unit *filtration*. Keterbatasan utama dalam penelitian ini adalah pada unit sludge collection dan stabilization serta filter press tidak dilakukan evaluasi karena keterbatasan literatur. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelusuran pustaka yang lebih luas dan dalam.

REFERENCES

- Azhari, A. N., Arifin, A., & Apriani, I. (2025). Review Design Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Pengolahan Limbah Cair Bengkel X. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 811–819. <https://doi.org/10.14710/jil.23.3.811-819>
- Febianto, N. A., & Novembrianto, R. (2024). Pengaruh Sludge Volume Index Pada Unit Aerasi Lumpur Aktif Wastewater Treatment Plant Kawasan Industri Komunal. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 254–262. <https://doi.org/10.52005/teslink.v6i2.396>
- Fikri, M. (2021). *Penggunaan Teknologi Clarifier Tank pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit*. Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Fitri, D. L., Rosariawari, F., & Sari, A. P. (2025). Analisis Deskriptif Performa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berdasarkan Parameter BOD, COD dan TSS pada Industri Pengalengan Bekicot. *Manufaktur: Publikasi Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Industri*, 3(2), 01–11. <https://doi.org/10.61132/manufaktur.v3i2.831>
- Goni, P., Mangangka, I. R., & Sompie, O. B. A. (2021). 33209-69717-1-SM. *TEKNO*, 19, 35–40.
- Kusturica, M. P., Jevtic, M., & Ristovski, J. T. (2022). *Minimizing the environmental impact of unused pharmaceuticals : Review focused on prevention*. December, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1077974>
- Nabila, T. F., & Mirwan, M. (2023). Pengawasan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur Terhadap Limbah Cair Industri Baja dan Pengolahannya. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(3), 535–542. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1922>
- Nuryoto. (2023). Studi Proses Dewatering di Unit Pengolahan Air Limbah menggunakan Plate-Frame Filter Press: Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Filter. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24, 235–241. <https://doi.org/https://doi.org/10.55981/jtl.2023.218>
- Rohim, M. (2020). *Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah*. Qiara Media Partner.
- Ruskar, D., Kumala, S., & Noor, L. S. (2025). Optimalisasi Lembaga Farmasi TNI AL Dalam Produksi Sediaan Farmasi Guna Mendukung Ketahanan Kesehatan. *PENDIPA Journal of Science Education*, 9(1), 132–139. <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.1.132-139>
- Said, N. I. (2017). *TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH Teori dan Aplikasi*. ERLANGGA.
- Sinurat, M. A. P., Dinanti, B. D., Widya, & Purnaini, R. (2024). Kombinasi Aerasi-Filtrasi dalam Pengolahan Air Sumur Gali menjadi Air Bersih. In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jtlb.v12i2.76659>
- Srinarwati, Y., Legrens, R. R. I., & Mangangka, I. R. (2024). *Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Kombinasi Anaerob-Aerob Di Kelurahan Karame Kota Manado*. 22. <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jts.v22i88.56676>
- Wahyudi, M. R., Rizky, H., Apriani, U., & Latifah, N. (2025). Artikel Review: Dampak Limbah Farmasi terhadap Lingkungan dan Upaya Pengelolaannya di Industri. *Vitamin : Jurnal Ilmu Kesehatan Umum*, 3(3), 189–198. <https://doi.org/10.61132/vitamin.v3i3.1442>
- Witjaksono, F. R., & Sururi, M. R. (2023). *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X di Jakarta Pusat*. VIII(2), 5620–5628.