

PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM ANAEROB-AEROB

Indra Ajiyanto

Universitas Satya Negara Indonesia

Indraajiyanto666@gmail.com

Nurhayati

Universitas Satya Negara Indonesia

nurhayati@usni.ac.id

Keywords

anaerobic-aerobic
biofilter, domestic
wastewater, wastewater
characteristics,
Wastewater Treatment
Plant.

ABSTRACT

Industrial sector growth inevitably requires proper domestic wastewater management. At PT. X, warehousing activities produce 3.13 m³/day of domestic wastewater from 33.33 m³/day of clean water usage. This wastewater originates from toilets, prayer rooms, and building maintenance, containing pollutants such as BOD, COD, TSS, ammonia, oil & grease, total coliform, and pH. This study aims to design a wastewater treatment system tailored to the wastewater characteristics and field conditions, using a combination of anaerobic and aerobic processes. A qualitative descriptive method was applied, with purposive sampling used to collect wastewater samples from operational facilities. The proposed WWTP consists of eight treatment stages, designed based on retention time and pollutant load to ensure optimal efficiency. Results showed pollutant reduction rates of 85% BOD, 85% COD, 90% TSS, 98% ammonia, 95% oil & grease, and 99.99% total coliform. The study concludes that a WWTP with a capacity of 5 m³/day is required to treat 3.13 m³/day of domestic wastewater.

Kata kunci

*biofilter anaerob-
aerob, Instalasi
Pengolahan Air
Limbah (IPAL),
karakteristik air
limbah*

ABSTRAK

Pertumbuhan sektor industri tidak terlepas dari kebutuhan pengelolaan air limbah domestik. Aktivitas pergudangan di PT. X menghasilkan limbah cair domestik sebesar 3,13 m³/hari dari penggunaan air bersih sebanyak 33,33 m³/hari. Limbah ini berasal dari fasilitas seperti toilet, mushola, dan kebersihan gedung, serta mengandung pencemar berupa BOD, COD, TSS, amoniak, minyak dan lemak, total coliform, serta pH. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengolahan air limbah yang sesuai dengan karakteristik limbah dan kondisi lapangan, dengan mengadopsi teknologi kombinasi proses anaerob dan aerob. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan teknik purposive sampling untuk mengambil sampel limbah dari fasilitas operasional. Rancangan IPAL terdiri atas delapan tahapan proses yang disusun berdasarkan waktu tinggal dan beban pencemar untuk mencapai efisiensi optimal. Hasil pengolahan menunjukkan kemampuan reduksi pencemar sebesar 85% BOD, 85% COD, 90% TSS, 98% amoniak, 95% minyak dan lemak, serta 99,99% total coliform. Penelitian ini menyimpulkan bahwa diperlukan IPAL berkapasitas 5 m³/hari untuk mengolah limbah domestik sebesar 3,13 m³/hari.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan kawasan pergudangan di Indonesia meningkatkan aktivitas distribusi dan penyimpanan barang, sekaligus menimbulkan kebutuhan mendesak akan pengelolaan limbah cair domestik. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjadi solusi penting untuk mencegah pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan masyarakat sekitar (Nurharista et al., 2024).

Menurut Permen LHK No. P.68/2016, air limbah domestik harus memenuhi baku mutu dengan parameter COD ≤ 100 mg/L, TSS ≤ 30 mg/L, amoniak ≤ 10 mg/L, serta pH 6–9 (Anonymous, 2016). Tantangan utama pengelolaan limbah domestik pergudangan adalah tingginya kandungan pencemar seperti BOD, COD, TSS, amoniak, minyak, dan coliform yang sulit diurai secara alami (Leonard et al., 2024).

Teknologi biofilter anaerob–aerob telah banyak diteliti sebagai alternatif hemat energi dan efektif, mampu menurunkan BOD dan COD hingga $>85\%$ (Putri & Julianti, 2025). Selain itu, hasil olahan limbah dapat dimanfaatkan kembali untuk penyiraman tanaman, sekaligus mengurangi beban pencemar ke drainase kota (Apriliyani et al., 2023). Penanganan yang tidak sesuai berisiko menurunkan kualitas tanah, mencemari sungai, dan merusak ekosistem perairan (Marhayuni & Faizi, 2022).

Dengan demikian, perencanaan IPAL domestik di sektor pergudangan seperti PT. X perlu dirancang secara khusus agar sesuai dengan pola aktivitas dan mampu menurunkan pencemar hingga memenuhi baku mutu lingkungan (Habib P. Adi et al., 2016).

2. LANDASAN TEORI

2.1. Air Limbah Domestik

Air limbah domestik merupakan buangan dari aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci, penggunaan toilet, dan kebersihan fasilitas. Limbah ini terbagi menjadi grey water (dapur, kamar mandi, laundry) dan black water (toilet), dengan tingkat pencemaran organik dan mikrobiologis lebih tinggi pada black water (Widyarani et al., 2022). Kandungan pencemar meliputi BOD, COD, TSS, amoniak, minyak dan lemak, serta coliform yang dapat menurunkan kualitas lingkungan (Koul et al., 2022).

2.2. Karakteristik Air Limbah Domestik

Komponen utama limbah domestik adalah senyawa organik yang ditunjukkan melalui nilai BOD dan COD. BOD menggambarkan kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik, sedangkan COD menunjukkan kebutuhan oksigen untuk oksidasi kimia terhadap seluruh bahan pencemar (Widyarani et al., 2022). Selain itu, TSS menyebabkan kekeruhan dan mengganggu proses biologis (Bachri et al., 2023). Parameter lain seperti amoniak, minyak dan lemak, serta coliform menjadi indikator penting pencemaran mikrobiologis (Abdulgani et al., 2025)

2.3. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

IPAL merupakan sistem yang dirancang untuk mengolah limbah cair agar memenuhi baku mutu sesuai regulasi (Permen LHK No. P.68/2016). Unit IPAL umumnya terdiri dari bak inlet, ekualisasi, grease trap, biofilter anaerob, biofilter aerob, sedimentasi, klorinasi, dan bak effluent. Keberhasilan IPAL ditentukan oleh desain yang sesuai dengan karakteristik limbah, waktu tinggal hidrolis, serta kapasitas

beban pencemar (Said, 2017).

2.4. Pemilihan Teknologi Air Limbah Domestik

Pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik merupakan aspek penting dalam perencanaan IPAL, karena setiap sistem memiliki efektivitas, kelebihan, dan keterbatasan yang berbeda. Regulasi terbaru, seperti Permen LHK No. 11 Tahun 2025, mewajibkan setiap kegiatan yang menghasilkan limbah domestik untuk mengolahnya hingga memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Parameter utama yang diatur meliputi BOD, COD, TSS, pH, amoniak, minyak dan lemak, serta coliform.

Berbagai teknologi telah dikembangkan, antara lain:

- Biofilter Anaerob–Aerob: kompak, biaya operasional rendah, stabil, dengan efisiensi BOD 70–80%.
- RBC (Rotating Biological Contactor): efisiensi tinggi (>80%), namun investasi awal relatif besar dan sensitif terhadap beban fluktuatif.
- Extended Aeration (Lumpur Aktif): menghasilkan effluent berkualitas baik dengan efisiensi BOD 85–90%, tetapi membutuhkan energi tinggi dan biaya operasional besar.
- MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor): efisiensi tinggi (85–90%) dan kompak, namun investasi awal dan kompleksitas teknis cukup tinggi.

Dalam konteks pergudangan, keterbatasan lahan dan biaya operasional menjadi faktor utama. Oleh karena itu, teknologi biofilter anaerob-aerob dipandang paling sesuai karena sederhana, hemat energi, dan mampu menurunkan pencemar hingga memenuhi baku mutu. Sistem ini juga lebih mudah dioperasikan dan dirawat dibandingkan teknologi lain, sehingga relevan untuk fasilitas pergudangan dengan aktivitas harian yang menghasilkan limbah domestik dalam jumlah terbatas.

2.5. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan sistem yang dirancang untuk mengolah limbah cair agar memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Regulasi yang menjadi acuan adalah Permen LHK No. P.68 Tahun 2016 dan Permen LHK No. 11 Tahun 2025, yang menetapkan ambang batas parameter utama seperti pH (6–9), BOD (≤ 30 –50 mg/L), COD (≤ 100 mg/L), TSS (≤ 30 –50 mg/L), amoniak (≤ 10 –20 mg/L), minyak dan lemak (≤ 5 –10 mg/L), serta coliform (≤ 1.000 –3.000 MPN/100 ml).

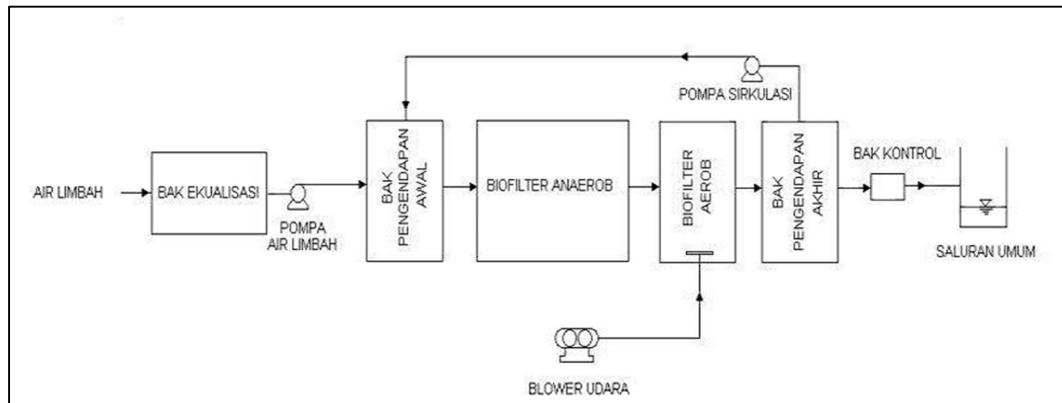
Tabel 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Konsentrasi maksimal	
	Nilai	Satuan
1. pH	6-9	-
2. BOD	30	mg/L
3. COD	100	mg/L
4. TSS	30	mg/L
5. Minyak & Lemak	5	mg/L
6. Amoniak	10	mg/L
7. Total Coliform	3.000	Jumlah/100 ml

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68 Tahun 2016

Untuk mencapai standar tersebut, IPAL domestik biasanya terdiri dari beberapa unit pengolahan yang saling mendukung, seperti bak Inlet/*Screening* untuk menyaring

benda padat dan pasir, bak ekualisasi untuk menstabilkan debit dan konsentrasi limbah, *Grease Trap* untuk memisahkan minyak dan lemak, reaktor biofilter anaerob untuk menguraikan bahan organik secara biologis tanpa oksigen, reaktor biofilter aerob untuk melanjutkan penguraian organik dengan suplai oksigen, bak sedimentasi untuk mengendapkan padatan tersuspensi, bak klorinasi untuk desinfeksi mikroorganisme patogen, bak effluent sebagai penampung akhir sebelum dibuang ke badan air.



Gambar 1. Alur Proses Biofilter Anaerob-Aerob

Menurut Said (2017), keberhasilan IPAL bergantung pada desain yang sesuai dengan karakteristik limbah, waktu tinggal hidrolis, serta kapasitas beban pencemar. Sistem biofilter anaerob-aerob dipandang efektif karena mampu menurunkan BOD dan COD secara signifikan dengan biaya operasional rendah, sehingga sesuai untuk fasilitas dengan keterbatasan lahan dan kebutuhan efisiensi seperti pergudangan.

2.6. Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) harus memperhatikan kriteria desain setiap unit agar sistem dapat berfungsi optimal sesuai karakteristik limbah dan baku mutu yang berlaku. Menurut Said (2017) dan regulasi Permen LHK No. 11 Tahun 2025, kriteria desain IPAL meliputi aspek hidrolis, beban pencemar, serta efisiensi proses biologis dan fisik.

Secara umum, kriteria desain unit IPAL mencakup:

- Bak Inlet/Screening: dilengkapi saringan kasar untuk menahan benda padat dan pasir, dengan kecepatan aliran yang tidak menimbulkan turbulensi.
- Bak Ekualisasi: berfungsi menstabilkan debit dan konsentrasi limbah, dengan waktu tinggal hidrolis 6–12 jam.
- Grease Trap: dirancang untuk memisahkan minyak dan lemak, menggunakan prinsip gravitasi dengan waktu tinggal 30–60 menit.
- Reaktor Biofilter Anaerob: menggunakan media sarang tawon atau plastik berpori, dengan waktu tinggal 12–24 jam untuk menguraikan bahan organik secara biologis tanpa oksigen.
- Reaktor Biofilter Aerob: dilengkapi sistem aerasi (blower/diffuser) untuk suplai oksigen, dengan waktu tinggal 6–12 jam, efektif menurunkan BOD, COD, dan amoniak.
- Bak Sedimentasi: berfungsi mengendapkan padatan tersuspensi, dengan kecepatan aliran rendah dan waktu tinggal 2–3 jam.
- Bak Klorinasi: digunakan untuk desinfeksi, dengan dosis kaporit sesuai kebutuhan (0,5–1 mg/L sisa klorin).
- Bak Effluent: sebagai penampung akhir sebelum air olahan dibuang ke

badan air atau dimanfaatkan kembali.

Kriteria desain ini memastikan bahwa setiap unit IPAL bekerja sinergis, sehingga sistem biofilter anaerob-aerob dapat mencapai efisiensi pengolahan tinggi dengan biaya operasional rendah. Hal ini menjadikan IPAL domestik lebih sesuai untuk fasilitas pergudangan yang memiliki keterbatasan lahan dan kebutuhan efisiensi.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan tujuan merancang sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik pada kegiatan pergudangan PT. X. Jenis penelitian menggunakan Metode deskriptif kualitatif dipilih untuk menggambarkan kondisi aktual timbulan limbah domestik, karakteristik pencemar, serta perencanaan desain IPAL yang sesuai dengan regulasi lingkungan.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian Penelitian dilakukan di fasilitas pergudangan PT. X, Jakarta, dengan periode pengumpulan data selama juni 2025 hingga September 2025. Lokasi dipilih karena belum tersedia sistem IPAL yang sesuai untuk mengolah limbah domestik. Data penelitian didapat dari data primer melalui perhitungan debit air bersih yang dibutuhkan dan data sekunder terkait informasi operasional pergudangan, jumlah tenaga kerja, fasilitas pendukung (toilet, mushola, kebersihan gedung), serta regulasi baku mutu air limbah domestik.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan untuk mengidentifikasi sumber timbulan limbah, purposive sampling pada titik fasilitas utama (toilet, mushola, kebersihan gedung), penentuan karakteristik limbah cair dari penelitian terdahulu. Perancangan sistem IPAL dilakukan melalui beberapa tahap yaitu perhitungan debit air limbah berdasarkan konsumsi air bersih, analisis karakteristik limbah cair terhadap parameter pencemar, pemilihan teknologi pengolahan yang sesuai (biofilter anaerob-aerob), penentuan kriteria desain unit IPAL (inlet, grease trap, ekualisasi, biofilter anaerob, biofilter aerob, sedimentasi, klorinasi, effluent) dan evaluasi efisiensi pengolahan terhadap baku mutu yang berlaku.

Tabel 2 Rumus Perhitungan Desain IPAL Domestik

No	Parameter	Rumus Perhitungan	Keterangan
1	Debit Limbah Harian (Q)	$Q = N \times V$	N = Jumlah Pemakai V = Volume Limbah/orang/hari
2	Beban BOD Harian (L_{BOD})	$L_{BOD} = Q \times C_{BOD}$	C_{BOD} = Konsentrasi BOD (mg/L) Q = dalam m ³ /hari
3	Volume Bak Ekuialisasi	$V = Q \times t$	t = Waktu Tinggal (jam): Hasil dalam m ³
4	Luas Permukaan Media (LA)	$LA = \frac{L_{BOD}}{k}$	k = Kapasitas Media (g BOD/m ² /hari)
5	Volume Biofilter Anaerob	$LA = \frac{L_{BOD}}{k}$	B = Beban BOD Media (kg/m ³ /media/hari)
6	Volume Biofilter Aerob	$LA = \frac{L_{BOD}}{k}$	Beban untuk Aerob umumnya ± 0,5 kg/m ³ /media/hari (Said, 2017)
7	Waktu Tinggal Hidraulik (HRT)	$HRT = \frac{V}{Q}$	Untuk evaluasi apakah volume unit cukup berdasarkan debit harian
8	Efisiensi Pengolahan (%)	$Ef = \frac{C_{in} - C_{out}}{100\%}$	C_{in} = Konsentrasi awal C_{out} = Konsentrasi akhir setelah pengolahan
9	Volume Sedimentasi	$V = Q \times t_{sed}$	t_{sed} = Waktu tinggal sedimentasi (2-4jam) hasil dalam m ³
10	Dosis Klorinasi	$D = C \times Q$	C = Konsentrasi Klorin 9mg/L) Q = Debit air terolah

Sumber: Nusa Idaman Said, 2017, Erlangga

Untuk menghitung debit air limbah harian menurut Nusa Idaman Said (2017):

$$Q = N \times V$$

Dimana:

Q = Debit Limbah Harian

N = Jumlah pemakai/orang

V = Volume Limbah/orang/hari

cara menghitung beban pencemar dan efisiensi pengolahan menurut Nusa Idaman Said (2017):

Beban Pencemar Harian:

$$(Lc) = Q \times C_{in}$$

Dimana:

(Lc) = Beban Pencemar Harian

(Q) = Debit Air Limbah Harian

(Cin) = Konsentrasi Awal Pencemar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Debit Air Limbah PT. X

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan air bersih di PT. X mencapai 33,33 m³/hari, dengan timbulan limbah cair domestik sebesar 3,13 m³/hari. Debit ini menjadi dasar perencanaan kapasitas IPAL, yang dirancang sebesar 5 m³/hari untuk mengantisipasi fluktuasi beban pencemar dan kebutuhan operasional.

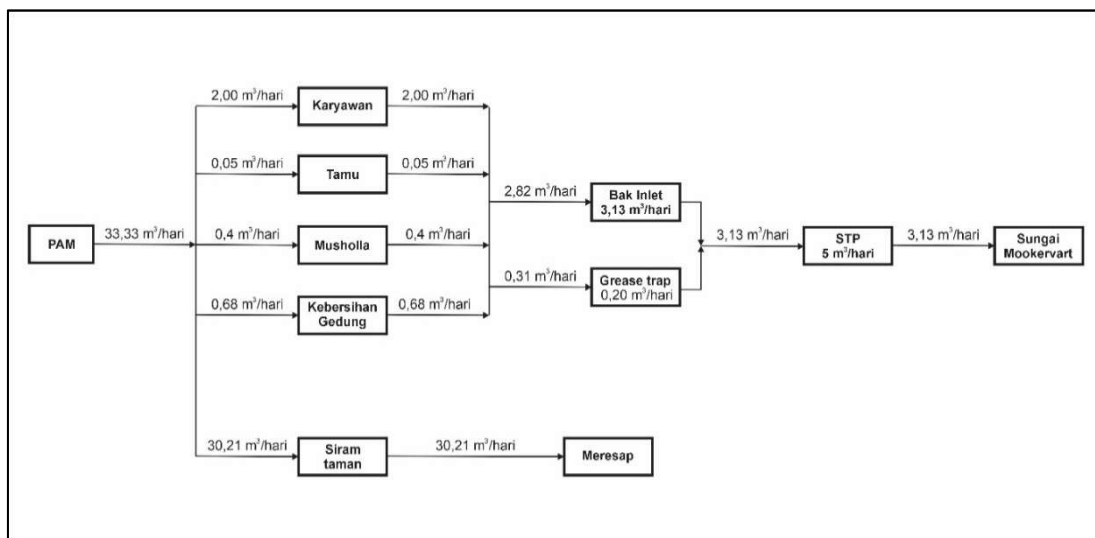
Tabel 3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Timbulan Air Limbah

Uraian	Jumlah	Satuan	Faktor Konsumsi Air Bersih*	Konsumsi Air Bersih	Air Limbah yang dihasilkan
			(Ltr/hari)	(Ltr/hari)	(Ltr/hari)
Tenaga Kerja	40	Orang	50 Ltr/Orang/hari*	2.000	2.000
Tamu/pengunjung	10	Orang	5 Ltr/Orang/hari**	50	50
Mushola	40	Orang	10 Ltr/Orang/hari*	400	400
Kebersihan Gedung	6.770,45	m ²	0,1 Ltr/m ² /hari**	677,045	677,045
Siram Taman	6.041,33	m ²	5 Ltr/m ² /hari**	30.206,65	Meresap ke tanah
Volume Total Kebutuhan Air Bersih				33.333,70 ltr/hari Atau 33,33 m³/hari	
Volume Air Limbah yang dihasilkan					3.127,045 ltr/hari Atau 3,13 m³/hari

Sumber: Olah data dari penulis (2025)

* Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 122 Tahun 2005

** Metcalf & Eddy, 2003



Gambar 2. Neraca Air PT. X

Neraca air limbah domestik diatas menjelaskan bahwa seluruh konsumsi air bersih dari tenaga kerja, tamu, musholla, serta kebersihan gedung menghasilkan air limbah domestik yang masuk ke pengolahan air limbah. Total debit masuk ke pengolahan air limbah sebesar 3,13 m³/hari, dengan 90% dari keseluruhan air limbah domestik atau sebesar 2,82 m³/hari masuk melalui bak inlet dan 10% dari keseluruhan air limbah domestik atau sebesar 0,31 m³/hari masuk melalui *grease trap*.

4.2. Karakteristik Air Limbah Domestik

Rencana kegiatan PT. X merupakan aktivitas Gudang dan fasilitasnya yang terdiri dari aktivitas karyawan dan tamu/pengunjung. Air limbah yang dihasilkan merupakan air limbah domestik. Asumsi karakteristik air limbah domestik menurut Metcalf & Eddy (2003) dalam buku *“Wastewater Engineering: Treatment and Reuse”* sebagai acuan utama dalam perencanaan IPAL.

Tabel 4 Karakteristik Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Kadar (Satuan)	Jenis Kelompok Pencemar	Sumber
1	pH	7,2	Asam basa	Aktivitas Gudang dan Fasilitasnya
2	BOD	140,45 mg/L	Organik Terurai	
3	COD	284,60 mg/L	Organik sulit terurai	
4	TSS	130 mg/L	Padatan tersuspensi	
5	Minyak & Lemak	12,12 mg/L	Apungan	
6	Amoniak	15,22 mg/L	Nutrien	
7	Fecal Coliform	320.000 Jml/100 ml	Patogen	

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

Perbandingan kualitas air limbah sebelum dan setelah dilakukan proses pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 5 Perbandingan Kualitas Air Limbah Inlet dan Outlet dengan Baku Mutu

No	Parameter	Satuan	Karakteristik air limbah domestik	Baku Mutu*	Keterangan
1	pH	-	7,2	6-9	Sesuai
2	BOD	mg/L	140,45 mg/L	30	Melebihi
3	COD	mg/L	284,60 mg/L	100	Melebihi
4	TSS	mg/L	130 mg/L	30	Melebihi
5	Minyak & Lemak	mg/L	12,12 mg/L	5	Melebihi
6	Amoniak	mg/L	15,22 mg/L	10	Melebihi
7	Total Coliform	MPN/100 ml	320.000 Jml/100 ml	3.000	Melebihi

Sumber: Diolah oleh penulis, 2025

Keterangan: *: PerMenLH No. P.68 Tahun 2016

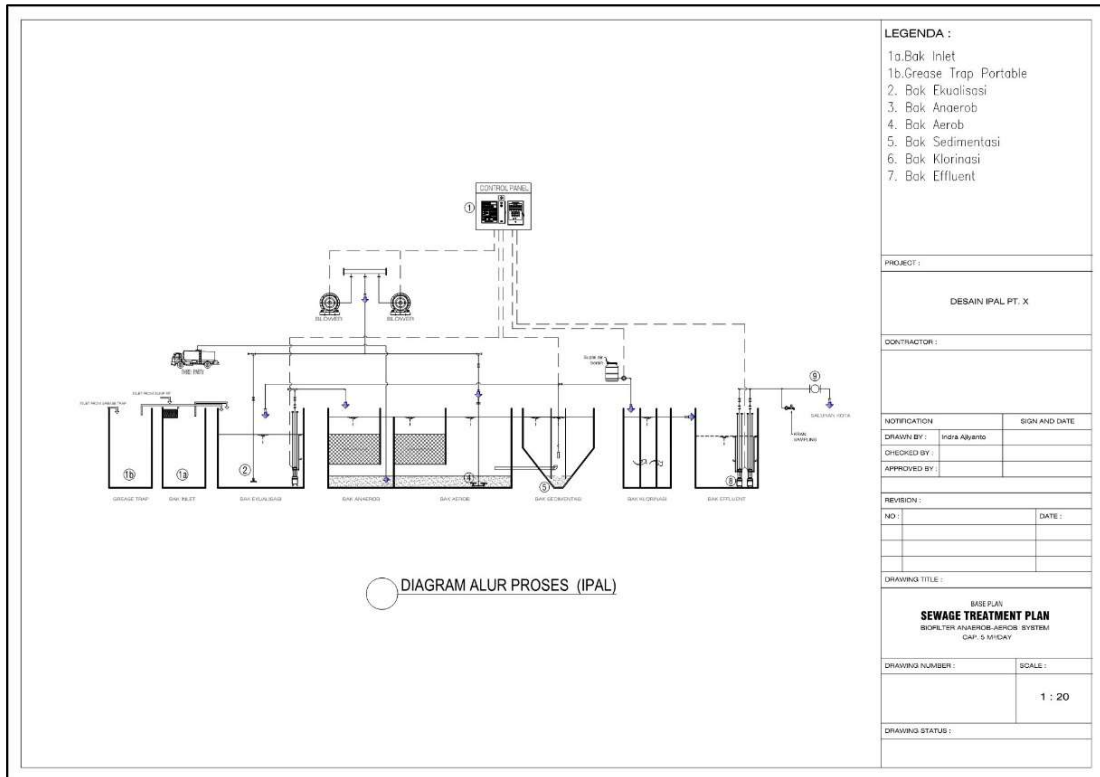
Tabel hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar parameter kualitas air limbah domestik dari kegiatan pergudangan PT. X masih melebihi ambang batas. BOD tercatat 140,45 mg/L, lebih tinggi dari standar 50 mg/L. COD sebesar 284,60 mg/L, melampaui batas 100 mg/L. TSS mencapai 130 mg/L, melebihi standar 50 mg/L. Minyak dan lemak sebesar 12,12 mg/L, di atas ambang 10 mg/L. Amoniak sebesar 15,22 mg/L, melebihi standar 20 mg/L. Sementara itu, total coliform mencapai 320.000 MPN/100 ml, jauh di atas baku mutu 1.000 MPN/100 ml.

Hasil ini menunjukkan bahwa hampir semua parameter pencemar masih melampaui standar lingkungan, sehingga diperlukan sistem pengolahan yang efektif untuk menurunkan konsentrasi pencemar sebelum dibuang ke badan air.

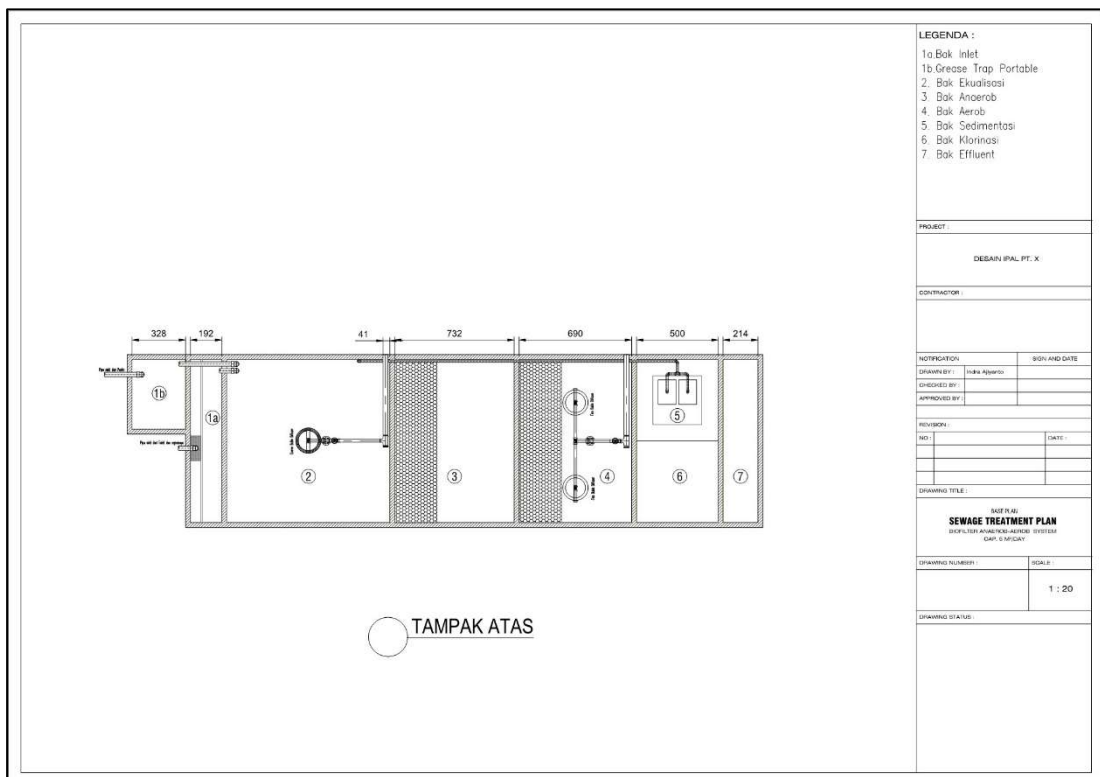
4.3. PERANCANGAN DESAIN IPAL

Desain IPAL yang akan dirancang pada tahap awal di PT. X menggunakan asumsi karakteristik air limbah domestik yang diambil dari literatur standar internasional Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. Pemilihan

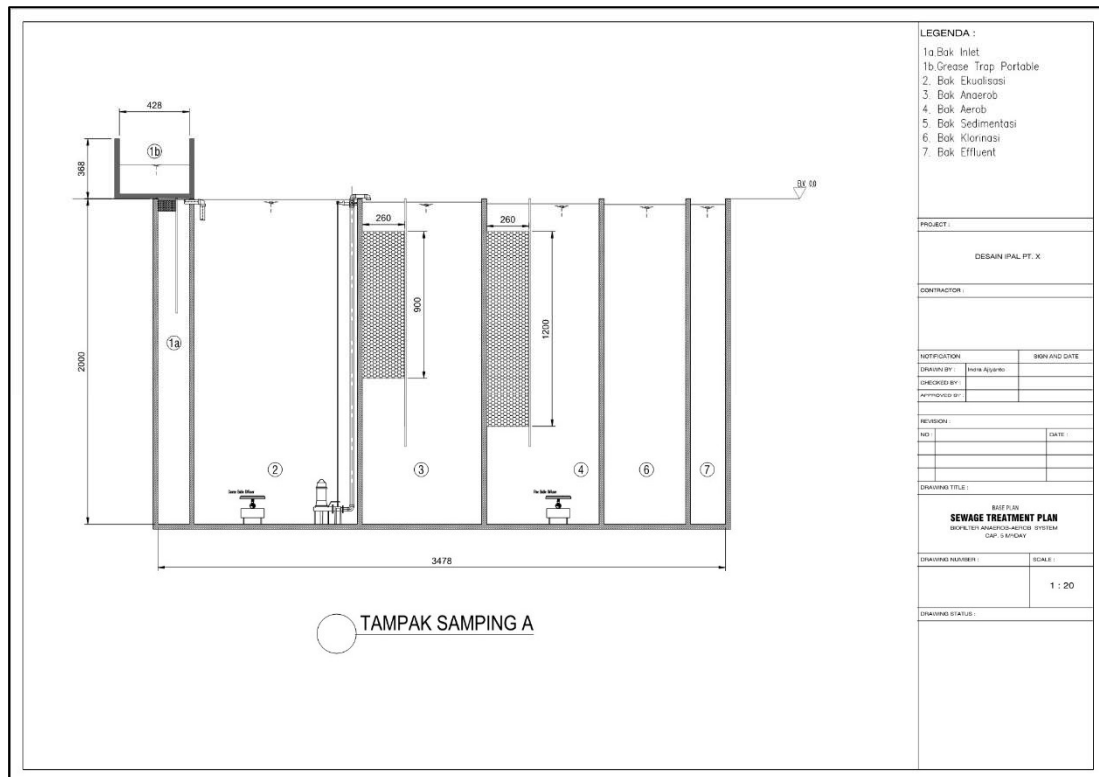
data ini dilakukan karena Metcalf & Eddy merupakan rujukan akademik global yang telah lama digunakan dalam bidang teknik lingkungan. Perancangan IPAL pada kebutuhan PT. X sebesar 5 m³/hari disajikan pada gambar berikut.



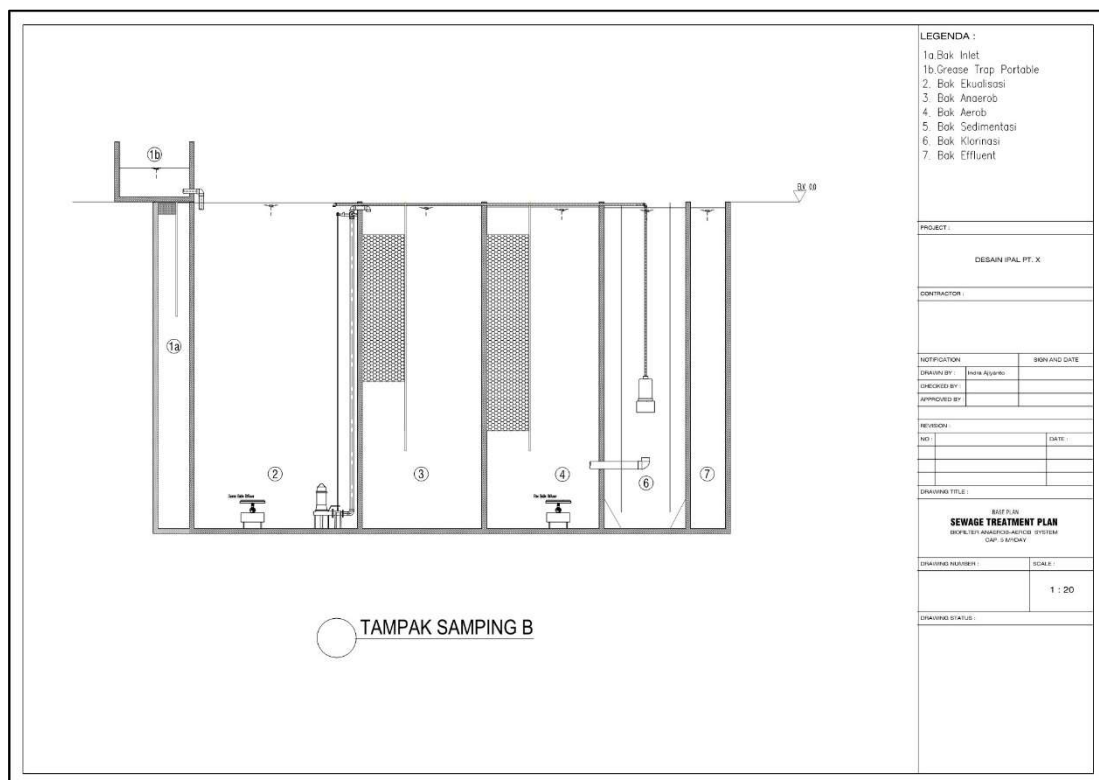
Gambar 3 Diagram Alur Proses IPAL



Gambar 4 Tampak Atas IPAL



Gambar 5 Potongan A IPAL



Gambar 6 Potongan B IPAL

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Air limbah domestik dari kegiatan pergudangan PT. X memiliki kandungan pencemar yang melebihi baku mutu, terutama BOD, COD, TSS, amoniak, minyak & lemak, serta coliform. Sistem IPAL biofilter anaerob-aerob berkapasitas 5 m³/hari terbukti mampu menurunkan pencemar secara signifikan, dengan efisiensi BOD dan COD 85%, TSS 90%, amoniak 98%, minyak & lemak 95%, serta coliform 99,99%. Hasil ini menunjukkan bahwa efluen IPAL memenuhi standar lingkungan dan aman dibuang ke badan air.

Adapun saran yang direkomendasikan untuk PT. X diantara:

1. PT. X perlu segera membangun IPAL sesuai desain agar limbah domestik tidak mencemari lingkungan.
2. Pemeliharaan rutin dan monitoring berkala diperlukan untuk menjaga kinerja sistem.
3. Air hasil olahan dapat dimanfaatkan kembali untuk penyiraman atau kebutuhan non-potable.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyani, I., Ainuri, M., & Suyantohadi, A. (2023). Analisis terhadap Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudang Kaleng di PT XYZ, Yogyakarta. *AgriTECH*, 43(1), 74.
<https://doi.org/10.22146/agritech.71076>
- Habib P. Adi, Mohammad Razif, & Atiek Moesriati. (2016). Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter. *Jurnal Teknik Its*, 5(2), 2-6.
- Leonard, F., Wahyuni, & Hasanuddin. (2024). Identifikasi Risiko Pencemaran Air Limbah Domestik. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 2(1), 33-42.
<https://doi.org/10.56963/judiateks.v2i1.369>
- Marhayuni, Y., & Faizi, M. N. (2022). Pembuatan Ipal (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Bersistem Abr (Aerobic Baffled Reactor) Untuk Mengatasi Limbah Domestik Sebagai Pengamalan Q.S Al a'Raf Ayat 56. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4, 35.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2021 tentang Tata cara Penerbitan Persetujuan Teknis Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian pencemaran Lingkungan. *Kemntrian Lingkungan Hidup*, 38.
- Nurharista, M. E., Noerhayati, E., Rahmawati, A., Teknik, M., Fakultas, S., Universitas, T., Malang, I., Teknik, D., Fakultas, S., Universitas, T., Malang, I., Teknik, D., Fakultas, S., Universitas, T., & Malang, I. (2024). *Studi perencanaan instalasi pengolahan air limbah (ipal) di komplek pergudangan sinar gedangan kabupaten sidoarjo* 1. 14(2), 1-8.
- Pranata, M. Y., Oktawan, W., Irawan, I., Wardana, W., Studi, W., Kecamatan, M., & Utara, S. (2013). *STUDI IDENTIFIKASI PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK UNTUK WILAYAH KECAMATAN NGALIYAN , TUGU , SEMARANG UTARA , SEMARANG UTARA KOTA SEMARANG * Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro wilayah Kecamatan Ngaliyan dan Tugu . Dalam pengemban*. 2(1).
- Putri, R. A., & Julianti, S. (2025). Optimalisasi Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Berbasis Biofilter Anaerob-Aerob di Permukiman Padat Penduduk. *Journal of Science and Technology: Alpha*, 1(2), 42-47.

<https://doi.org/10.70716/alpha.v1i2.173>

Republik Indonesia. (2016). Permen LHK No. 68 Tahun 2016. *Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 1–13.

<https://p3ekalimantan.menlhk.go.id/2016/09/30/permen-lhk-nomor-p-68-menlhk-setjen-kum-1-8-2016/>

Said, N. I. (2018). Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. *Pros. Semin. Nas. Dan Konsult. Teknol. Lingkung, September*, 99–108.

https://enviro.bppt.go.id/Publikasi/ProsidingTekLing2018/Makalah_II.12_Teknologi_Biofilter_Anaerob-Aerob....pdf

Setiawati, R. T., & Purwati, I. F. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5), 159–165. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3176>