
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DOMESTIK DENGAN METODE BIOFILTER AEROB DI PT. BHANDA GHARA REKSA (PERSERO) DIVRE VI LAMPUNG

(diterima 6 September 2022, diperbaiki 8 Oktober 2022, disetujui 19 Januari 2023)

Dwi Santoso^{*}, Diah Ayu Wulandari, Muhtadi Arsyat Temenggung

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati, Kota Bandar Lampung, Indonesia
email korespondensi*: Dwisantoso378@gmail.com

Abstract. Domestic wastewater generally contains quite high organic pollutant compounds, which have the potential to pollute the environment. All domestic wastewater originating from PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung has not carried out technical processing, it is only flowed into water bodies. The purpose of this study is to plan a system for the domestic wastewater treatment plant (WWTP) of PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Division VI Lampung in accordance with PP No. 82 of 2001 concerning Water Pollution Control. The method of analyzing the quantity of waste water is based on the designation of the building, SNI 03-7065-2005 for clean water, the analysis of the quality of waste water uses Permen LHK No. 68 of 2016 concerning domestic wastewater quality standards, as well as an analysis of the budget design based on the Bandar Lampung HSPK 2020-2021. The results showed that based on the calculations and designs that have been made, the WWTP which will be used as a wastewater treatment system for PT. BGR (Persero) Divre VI Lampung, namely the Aerobic Biofilter system in accordance with the characteristics of the wastewater. The WWTP development budget is Rp. 119,877,000.00,-.

Keywords: WWTP planning; Domestic liquid waste; Aerobic Biofilter.

Abstrak. Air limbah domestik umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi, yang sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan. Semua air limbah domestik yang berasal dari PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung belum dilakukan pengolahan teknis, hanya dialirkan ke badan air. Tujuan penelitian ini merencanakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung yang sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Metode analisis kuantitas air limbah berdasarkan peruntukan bangunan SNI 03-7065-2005 air bersih, analisis kualitas air buangan menggunakan Permen LHK No. 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, serta analisis rancangan anggaran biaya berdasarkan HSPK Bandar Lampung 2020-2021. Hasil penelitian bahwa berdasarkan perhitungan dan perancangan yang telah dibuat, IPAL yang akan digunakan sebagai sistem pengolahan air limbah PT. BGR (Persero) Divre VI Lampung yaitu dengan system Biofilter Aerob yang sesuai dengan karakteristik air limbah. Anggaran biaya Pembangunan IPAL sebesar Rp. 119,877.000,00,-.

Kata Kunci: Perencanaan IPAL; Limbah cair domestik; Biofilter aerob.

© hak cipta dilindungi undang-undang

PENDAHULUAN

Kawasan Pergudangan PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di Kota Bandar Lampung yang bergerak di bidang jasa penyewaan dan pengelolaan ruangan serta pengiriman barang. Jumlah karyawan di perusahaan ini mencapai 340 orang. Banyaknya jumlah tenaga kerja di perusahaan berbanding lurus dengan limbah cair domestik yang dihasilkan. Limbah cair domestik yang dihasilkan dari aktivitas pergudangan berasal dari berbagai sumber seperti kamar mandi, tempat cuci peralatan, *tire care wash*, pencucian wadah, pencucian kendaraan dan pembersihan lantai.

Sisa dari hasil kegiatan pergudangan dalam bentuk limbah cair mengandung berbagai zat-zat berbahaya dan mikroorganisme patogen seperti E.coli. Semua limbah cair domestik yang berasal dari kawasan pergudangan belum dilakukan pengolahan teknis, hanya dialirkan langsung ke badan air. Hal tersebut tentu saja berdampak pada pencemaran di badan air, seperti: membahayakan kesehatan manusia, sebagai pembawa penyakit, mengakibatkan gangguan ekonomi, terjadinya kerusakan bangunan maupun tanaman pangan dan merusak/membunuh biota perairan (Sulistia & Septisya, 2019).

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasi agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Pengolahan air limbah dibagi menjadi 5 tahap yaitu: (1) Pengolahan Pendahuluan (*Preliminary Treatment*), (2) Pengolahan Tahap Peratama (*Primary Treatment*), (3) Pengolahan Tahap Kedua (*Secondary Treatment*), (4) Pengolahan Tahap ketiga (*Tertiary Treatment*) dan (5) Pengolahan Tahap Lanjutan (*Ultimate Disposal*) (Asmadi *et.al.*, 2012).

Salah satu metode yang dapat digunakan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah metode biofilter aerob. Metode tersebut dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang di dalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengembang biakan mikroorganisme dan atau tanpa aerasi. Biofilter aerob ini merupakan pengembangan dari proses biofilter anaerob melalui aerasi kontak (Zaneti *et.al.*, 2013; Said & Hartaja, 2017).

Media biofilter secara umum dapat berupa material organik atau anorganik. Media biofilter dari bahan organik dapat berupa bentuk tali, bentuk jaring, bentuk butiran tak

teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon dan lain-lain. Sedangkan media anorganik berupa batu pecah (*split*), kerikil, batu marmer, batu tembikar, barubara (kokas) dan lainnya. Media biofilter lainnya berupa *fiber mesh pads*, *brillo pads*, *random* atau *dumped packing* dan media terstruktur tipe sarang tawon (Sali et.al., 2018).

Pemerintah telah mewajibkan pengolahan limbah cair domestik melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, sedangkan baku mutu air limbah domestik dimuat pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PERMEN LHK) Nomor 68 Tahun 2016.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH		6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/ 100MI	3000

(PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016)

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik dengan metode Biofilter Aerob di PT.Bhanda Ghara Rekza (Persero) Divre VI Lampung yang berlokasi di jalan Jl. Soekarno - Hatta KM.11, Srengsem, Panjang, Kota Bandar Lampung.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi lapangan / survey lapangan, dokumentasi, wawancara, dan studi literatur. Data yang diperoleh menjadi dasar dalam perhitungan perencanaan IPAL domestik. Tahapan pengolahan data dalam perencanaan IPAL domestik terdiri dari (1) Analisis kuantitas air limbah domestik, (2) Analisis kualitas air limbah domestik berdasarkan PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016 meliputi pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak, NH₃ dan Total coliform, (3) Pemilihan alternatif pengolahan, (4) Penetapan kriteria desain sesuai alternatif pengolahan terpilih, (5) Perhitungan dimensi IPAL dan DED (*Detail Engineering Design*), dan (6) Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:

1. Analisa kuantitas air limbah domestik.
 - a. Perhitungan debit pemakaian air bersih.

Debit pemakaian air bersih diperoleh dari perhitungan data jumlah pekerja dan tipikal pemakaian air bersih dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{\text{air bersih}} = \text{Jumlah karyawan} \times \text{Tipikal penggunaan air bersih}$$

Keterangan:

$Q_{\text{air bersih}}$	= Debit pemakaian air bersih (liter/hari)
Jumlah karyawan	= Jumlah pekerja dalam satu hari (orang)
Tipikal penggunaan air bersih	= 50 liter/orang/hari

- b. Perhitungan debit air limbah domestik

Ketentuan debit air limbah domestik yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan peruntukan bangunan SNI 03-7065-2005 dari debit pemakaian air bersih.

Perhitungannya menggunakan rumus berikut:

$$Q_{\text{air limbah}} = Q_{\text{air bersih}} \times 75\%$$

Keterangan:

$Q_{\text{air limbah}}$	= Debit air limbah domestik (L/hari)
$Q_{\text{air bersih}}$	= Debit pemakaian air bersih (L/hari)
Q_{IPAL}	= 75% dari $Q_{\text{air bersih}}$

Debit air limbah domestik tersebut selanjutnya dikonversi dalam satuan m^3 /jam ($1 \text{ L} = 0,001 \text{ m}^3$ dan $1 \text{ hari} = 24 \text{ jam}$).

2. Analisis kualitas air limbah domestik.

Analisis kualitas air limbah domestik mengacu pada PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016. Kualitas air limbah diperoleh melalui pengambilan sampel yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Bandar Lampung pada hari Kamis tanggal 8 April 2020. Titik pengambilan sampel air buangan terletak pada outlet buangan domestik yang telah terwakili.

3. Pemilihan alternatif pengolahan.

Terdapat tiga alternatif yang diusulkan berdasarkan efisiensi removal unit pengolahan.

4. Penetapan kriteria desain sesuai alternatif pengolahan terpilih.

Pemilihan alternatif dianalisis berdasarkan faktor-faktor pemilihan pengolahan air limbah seperti ketersediaan lahan, kesesuaian teknologi pengolahan dengan

karakteristik air limbah, efisiensi removal, biaya investasi dan pemeliharaan, jenis peralatan dan suku cadang, kebutuhan dan penggunaan jenis energi, kemudahan dalam pengoperasian, dan estetika. Pengkajian secara keseluruhan dapat dilakukan dengan dengan cara Pembobotan (*scoring*). Pembobotan dilakukan dengan skala 1 (satu) untuk yang terburuk sampai dengan 5 (lima) untuk yang terbaik. Berdasarkan hasil pembobotan tersebut dapat disimpulkan secara keseluruhan jenis pengolahan air limbah yang paling baik secara teknis dan ekonomis.

5. Perhitungan dimensi IPAL dan *Detail Engineering Design* (DED).

$$V = Q \times t_d$$

$$V = Q / A$$

(Ayu & Pangesti, 2021)

Keterangan:

V = Volume (m³)

Q = debit air limbah (liter/hari)

t_d = waktu tinggal

A = luas permukaan (m²)

6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL domestik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantitas Air Limbah Domestik

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Bhandha Ghara Rekha (Persero) Divre VI Lampung merupakan unit pengolahan air limbah yang berasal dari kegiatan domestik. Tujuan direncanakannya IPAL yaitu sebagai syarat utama bagi setiap kegiatan/usaha Industri khususnya sesuai dengan Peraturan yang berlaku, dan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) direncanakan berdasarkan kuantitas dan kualitas air limbah kegiatan tersebut.

Jumlah pemakaian air bersih rata-rata orang per hari berhubungan terhadap debit air limbah yang dihasilkan. Tipikal kebutuhan air bersih untuk kendaraan sebesar 300 liter/unit. PT. Bhandha Ghara Rekha (Persero) Divre VI Lampung memiliki 343 orang karyawan dan 4 unit kendaraan (Tabel 2), sehingga besar total air bersih yang dibutuhkan adalah 18,35 m³/hari. Air limbah yang dihasilkan sebesar 75% dari total kebutuhan air bersih (David, et.al., 2019), yaitu 13,76 m³/hari (0,000159 m³/detik).

Tabel 2. Estimasi jumlah kebutuhan air bersih per hari

NO	Unsur	Jumlah	Kebutuhan air bersih (liter/hari)
1	Karyawan	343 karyawan	17.150 liter/hari
2	Cuci kendaraan	4 unit mobil minibus	1.200 liter/hari

Kualitas Air Limbah Domestik

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa hasil uji parameter masih di bawah nilai baku mutu yang digunakan. Namun, air limbah domestik PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung tetap wajib dilakukan pengolahan, karena saat ini air limbah domestik yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air penerima tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini tentunya tidak sesuai dengan PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016.

Tabel 3. Kualitas limbah cair domestik

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku mutu Permen LHK No.68/2016	Acuan metode
1.	pH	-	8	6-9	SNI06-6989.11-2004
2.	BOD	mg/l	30	30	SNI6989.72-2009
3.	COD	mg/l	94	100	SNI6989.2-2009
4.	TSS/Padatan Tersuspensi	mg/l	18	30	SNI06-6989.3-2004
5.	Minyak dan Lemak	mg/l	1	5	JIS No.24 K-0102,1998
6.	NH ₃	mg/l	1	10	SNI06-6989.30-2005
7.	Total coliform	Jumlah/100ml	1900	3000	APHA1998.9333B

(Laboratorium UPTD DLH Provinsi Lampung, 2021)

Pemilihan Alternatif Pengolahan IPAL domestik

Pada perencanaan ini diusulkan 3 alternatif pengolahan IPAL (Tabel 4) yang didasari oleh efisiensi removal dari setiap unit pengolahan (Tabel 5).

Tabel 4. Alternatif pengolahan IPAL domestik

Alternatif I	Alternatif II	Alternatif III
- Screening	- Screening	- Screening
- Pemisah minyak dan lemak	- Pemisah minyak dan lemak	- Pemisah minyak dan lemak
- Ekualisasi	- Ekualisasi	- Ekualisasi
- Pengendapan	- Pengendapan awal	- Pengendapan
- Lumpur aktif	- Biofilter Aerob	- Biofilter Anaerob
- Pengendapan trakir	- Pengendapan akhir	- Biofilter Aerob
- Klorinasi	- Klorinasi	- klorinasi

Tabel 5. Efisiensi Removal Unit Pengolahan

Unit pengolahan	BOD %	COD %	TSS %	MBAS %	Minyak Lemak %	Coliform %
Screening	-	-	-	-	-	-
Pemisah minyak Lemak	-	-	-	-	70-90	-
Ekualisasi	-	-	-	-	-	-
Sedimentasi ^a	30-40	30-40	50-65	30-40	-	-
Lumpur aktif ^a	80-95	80-85	80-90	-	-	-
Biofilter Aerob ^b	75-95	80-85	50-65	60-85	-	-
Biofilter Anaerob ^b	60-70	60-70	80-95	60-85	-	-
Pengendapan trakhir ^b	30-40	30-40	50-65	-	-	-
Filtrasi ^a	25-50	25-50	>50	-	-	-
Klorinasi	-	-	-	-	-	70-90

(Nasoetion, et.al., 2017)

Penetapan kriteria desain sesuai alternatif pengolahan terpilih

Pembobotan dilakukan untuk menilai secara menyeluruh jenis pengolahan air limbah yang paling baik secara teknis dan ekonomis. Hasil pembobotan dimuat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian Terhadap Alternatif Pengolahan Air Limbah.

Kriteria	Lumpur Aktif	Biofilter Aerob	Biofilter Anaerob- Aerob
Ketersediaan lahan bangunan IPAL	3	5	4
Kesesuain teknologi pengolahan dengan karakteristik air limbah	2	4	5
Efisiensi removal	5	4	5
Biaya investasi	5	4	3
Biaya pemeliharaan	2	5	4
Jenis peralatan dan suku cadang	3	5	4
Kebutuhan dan penggunaan jenis energy	3	5	4
Kemudahan dalam pengoprasian	3	5	4
Estetika	3	5	4
Total nilai	29	42	32

Keterangan: 1 = sangat buruk: 2 = buruk: 3 = cukup: 4 = baik: 5 = sangat baik

Penentuan alternatif terpilih untuk dapat mengolah air limbah di PT. Bhanda Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung dapat dijelaskan dari keunggulan dan kelemahan pada proses pengolahan dengan Lumpur aktif, biofilter aerob, dan biofilter anaerob-aerob (Tabel 7). Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa alternatif terpilih yang dapat diterapkan adalah alternatif II dengan sistem biofilter aerob dengan media sarang tawon.

Tabel 7. Kelebihan dan Kekurangan Unit Pengolahan Primer.

Unit pengolahan	Kelebihan	Kekurangan
Lumpur aktif	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi proses tinggi. - Menggunakan mix mikroorganisme sehingga mudah diaplikasikan. - <i>Maintenance</i> dapat secara langsung karna dapat dilihat secara visual (warna air limbah). - Biaya pembuatan dan perawatan murah 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan luas lahan yang sangat besar. - Menghasilkan bau dari jumlah lumpur yang banyak. - Biaya energi mahal. - Membutuhkan penanganan lumpur lebih lanjut.
Biofilter aerob	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi BOD dan COD tinggi. - Biaya operasioanal dan perawatan cukup murah. - Kebutuhan lahan yang tidak besar. - Tidak menimbulkan bau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pencucian media secara berkala. - Biaya pembuatan bakcukup mahal.
Biofilter anaerob-aerob	<ul style="list-style-type: none"> - Lahan yang tidak terlalu besar. - Pengoperasian cukup mudah. - Suku cadang dapat dengan mudah di pasaran. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya pembuatan bak cukup mahal.

Perhitungan dimensi IPAL dan DED (*Detail Engineering Design*)

1. Bar Screen berfungsi untuk menyaring material-material yang berukuran besar, seperti dedaunan, plastik, kayu atau ranting dan lainnya (Asmadi dan Suharno, 2012). Pada perencanaan ini, Bar Screen akan dirancang pada saluran pembawa. Metode pembersihan adalah dengan metode manual.

Tabel 8. Dimensi bangunan *bar screen*

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	0,3
Lebar	0,032
Tinggi	0,016
Freeboard	0.2
Tebal dinding	0,2

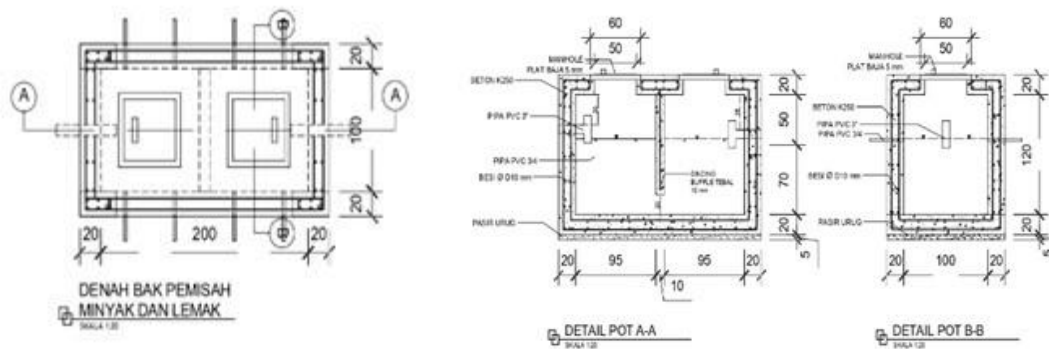


Gambar 1. Desain *bar screen*

2. Bak pemisah minyak dan lemak berfungsi untuk mereduksi kandungan minyak dan lemak dalam air limbah. Minyak dan lemak direncanakan dipisah menggunakan sistem gravitasi, yaitu minyak dan lemak akan berada di lapisan atas air limbah akibat dari berat jenis minyak dan lemak yang lebih ringan dibandingkan berat jenis air limbah (Asmadi dan Suharno, 2012). Pengambilan minyak dan lemak dilakukan secara manual.

Tabel 9. Dimensi bangunan pemisah minyak dan lemak

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	2
Lebar	1
Tinggi	1
Freeboard	0,5
Tebal dinding	0,5

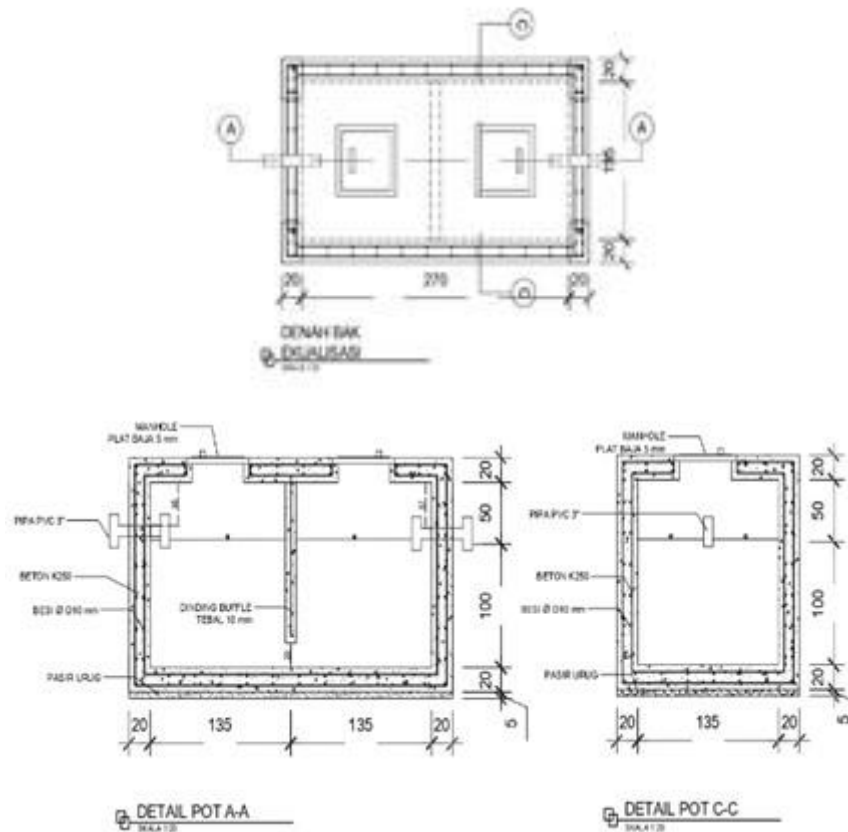


Gambar 2. Desain bak pemisah minyak dan lemak

3. Ekualisasi adalah bak penampungan yang berfungsi untuk meminimumkan dan mengendalikan fluktuasi aliran limbah cair baik kuantitas maupun kualitas yang berbeda. Ekualisasi bertujuan untuk menghomogenkan konsentrasi limbah cair. Bak pengendapan awal berfungsi untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Bak ekualisasi direncanakan menggunakan *baffle chanel vertical* sebanyak 1 buah. Waktu tinggal air limbah di bak ekaluasi sekitar 4-8 jam (Said & Syabani, 2018).

Tabel 10. Dimensi bangunan ekualisasi

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	2,70
Lebar	1,35
Tinggi	1
Freeboard	0,5
Tebal dinding	0,2

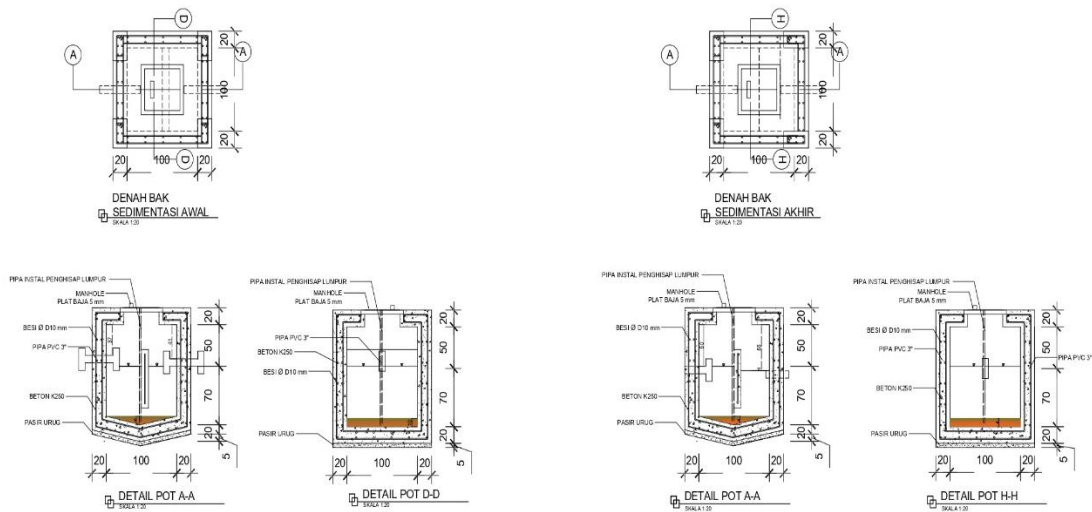


Gambar 3. Desain bak ekualisasi

4. Bak Sedimentasi bertujuan untuk mengendapkan polutan-polutan yang ada dalam air limbah secara gravitasi. Polutan tersebut akan mengendap secara gravitasi akibat berat jenis lebih berat dari air serta aliran yang terjadi dalam bak pengendapan adalah aliran laminar (Said & Hartaja, 2018).

Tabel 11. Dimensi bak sedimentasi

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	1
Lebar	1
Tinggi	0,60
Freeboard	0,5
Tebal dinding	0,2



Gambar 4. Desain bak sedimentasi

- Biofilter aerob direncanakan menggunakan media terstruktur bentuk sarang tawon transparan berukuran 30 cm x 25 cm x 30 cm. Kebutuhan oksigen mikroorganismen direncanakan menggunakan blower.



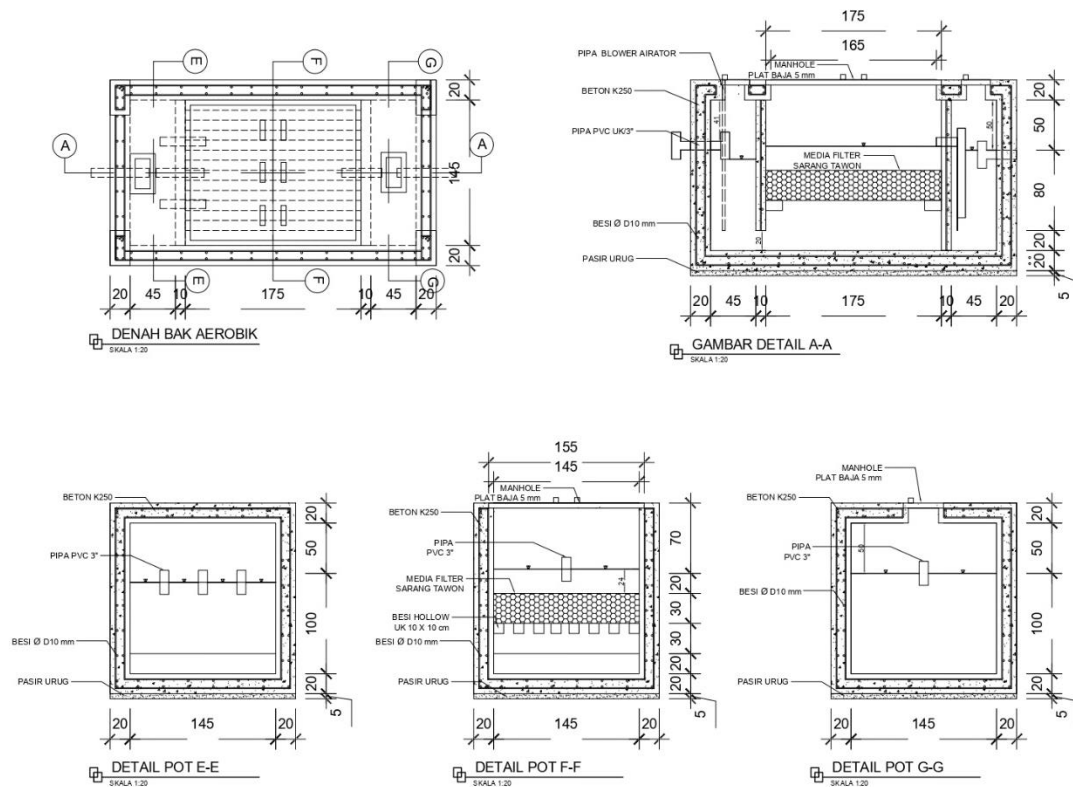
Gambar 5. Media Terstruktur Tipe Sarang Tawon (*Cross Flow*) (Sali et.al., 2018)

Tabel 12. Dimensi bangunan biofilter aerob

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	2,85
Lebar	1,45
Tinggi	1
Freeboard	0,5
Tebal dinding	0,2

Tabel 13. Dimensi ruang biofilter aerob

Kriteria	Dimensi (m)
Panjang	1,75
Lebar	1,45
Tinggi	0,30



Gambar 6. Desain biofilter aerob

6. Pada proses klorinasi direncanakan penambahan bahan desinfektan yang bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri yang ada pada air limbah. Bahan yang digunakan yaitu Kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) atau lebih dikenal dengan nama kaporit. Bahan tersebut ditambahkan ke dalam pipa melalui *doshing pump*. Spesifikasi dosing pump yang direncanakan adalah memiliki kapasitas 0,031 L/jam.

Tabel 14. Spesifikasi mesin *doshing pump*

Type	Power	Maks. Tekanan	Kapasitas
CNPA100PPE200A01	11 watt	10 bar	0,3-0,7 L/jam
PO2	22 watt	10,3 bar	0,237-0,79 L/jam

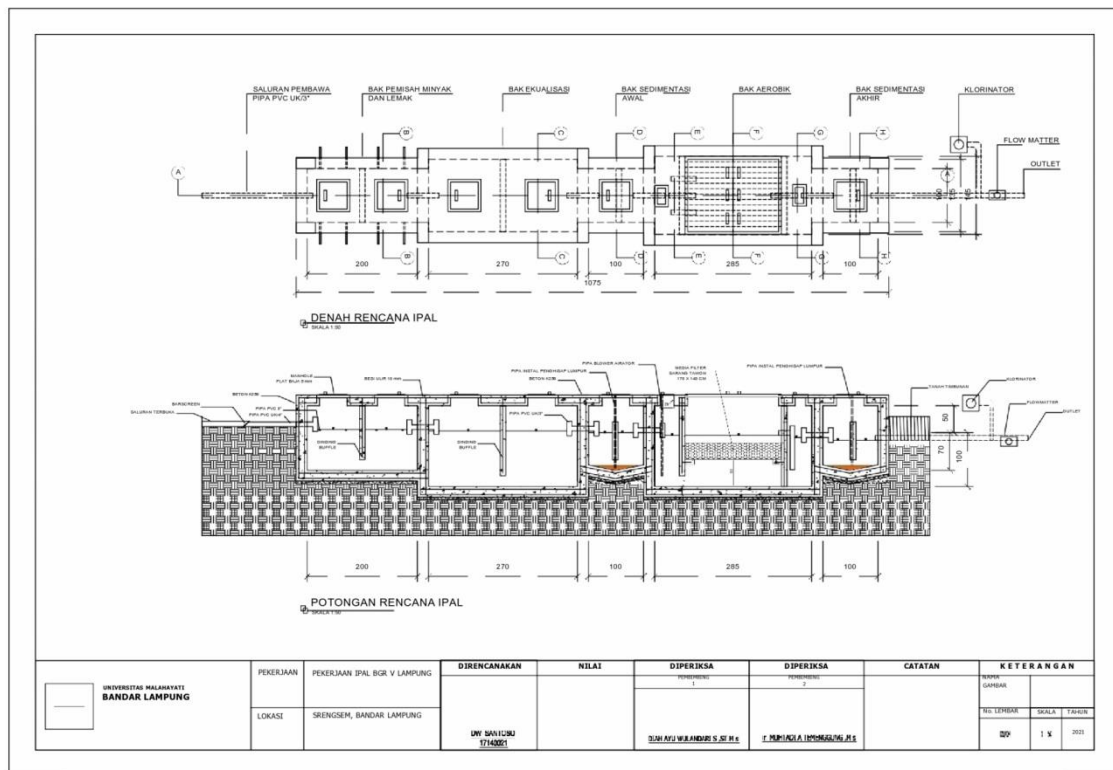
7. Efisiensi removal IPAL dengan menggunakan biofilter aerob pada setiap unit pengolahan dimuat dalam Tabel 15.

Tabel 15. Efisiensi removal Biofilter aerob

Unit Pengolahan	Perhitungan efisiensi removal biofilter aerobic	
Barscreen	-	
Minyak dan lemak	-	Konsentrasi Minyak dan lemak: $1 \text{ mg/l} \times 80\% = 0,8 \text{ mg/l}$ Minyak tersisa: $1 \text{ mg/l} - 0,8 \text{ mg/l} = 0,2 \text{ mg/l}$
Ekualisasi	-	

Sedimentasi	<ul style="list-style-type: none"> - BOD Konsentrasi BOD: $30 \text{ mg/l} \times 30\% = 9 \text{ mg/l}$ BOD tersisa: $30 \text{ mg/l} - 9 = 21 \text{ mg/l}$ - COD Konsentrasi COD: $94 \text{ mg/l} \times 30\% = 28,2 \text{ mg/l}$ COD tersisa: $94 \text{ mg/l} - 28,2 \text{ mg/l} = 65,8 \text{ mg/l}$ - TSS Konsentrasi SS: $18 \text{ mg/l} \times 50\% = 9 \text{ mg/l}$ SS tersisa: $18 \text{ mg/l} - 9 \text{ mg/l} = 9 \text{ mg/l}$
Biofilter Aerobik	<ul style="list-style-type: none"> - BOD Konsentrasi BOD: $21 \text{ mg/l} \times 75\% = 15,7 \text{ mg/l}$ BOD tersisa: $21 \text{ mg/l} - 15,7 \text{ mg/l} = 5,25 \text{ mg/l}$ - COD Konsentrasi COD: $65,8 \text{ mg/l} \times 80\% = 52,6 \text{ mg/l}$ COD tersisa: $65,8 \text{ mg/l} - 52,6 \text{ mg/l} = 13,2 \text{ mg/l}$ - TSS Konsentrasi SS: $9 \text{ mg/l} \times 50\% = 4,5 \text{ mg/l}$ SS tersisa : $9 \text{ mg/l} - 4,5 \text{ mg/l} = 4,5 \text{ mg/l}$
Sedimentasi akhir	<ul style="list-style-type: none"> - BOD Konsentrasi BOD: $5,25 \text{ mg/l} \times 30\% = 1,575 \text{ mg/l}$ BOD tersisa: $5,25 \text{ mg/l} - 1,575 \text{ mg/l} = 3,675 \text{ mg/l}$ - COD Konsentrasi COD: $13,2 \text{ mg/l} \times 30\% = 0,99 \text{ mg/l}$ COD tersisa: $13,2 \text{ mg/l} - 0,99 \text{ mg/l} = 12,21 \text{ mg/l}$ - TSS Konsentrasi SS: $4,5 \text{ mg/l} \times 50\% = 2,25 \text{ mg/l}$ SS tersisa $4,5 \text{ mg/l} - 2,25 = 2,25 \text{ mg/l}$
Klorinasi	<ul style="list-style-type: none"> - Coliform Konsentrasi: $1900 \text{ mg/l} \times 70\% = 1,330$ Tersisa: $1900 - 1330 = 570/100 \text{ ml}$
Total outlet	<ul style="list-style-type: none"> - BOD = $3,675 \text{ mg/l}$ - COD = $12,21 \text{ mg/l}$ - SS = $2,25 \text{ mg/l}$ - Minyak & lemak = $0,2 \text{ mg/l}$ - Coliform = $570/100 \text{ mg}$

8. *Detail Engineering Design* (DED) pada perencanaan IPAL domestik PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung dimuat pada Gambar 7. Perencanaan IPAL ini membutuhkan lahan seluas $19,89 \text{ m}^2$.



Gambar 6. Detail Engineering Design (DED) IPAL domestik

9. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Total rancangan anggaran biaya yang diperlukan untuk membangun IPAL PT. Bhandha Ghara Reksa (Persero) Divre VI Lampung sebesar Rp.119.877.000,-.

Tabel 15. Rekapitulasi Rancangan Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH TOTAL HARGA (Rp)
1	2	3
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	7.390.000,00
II	PEK. SALURAN PEMBAWA	90.653,55
III	PEK. BAK PEMISAH MINYAK DAN LEMAK	13.916.848,09
IV	PEK. BAK EKUALISASI	24.536.509,08
V	PEK. BAK SEDIMENTASI AWAL	10.702.333,13
VI	PEK. BAK AEROB	35.921.004,57
VII	PEK. SEDIMENTASI AKHIR	11.422.281,82
VIII	PEK. PEMBERSIHAN	5.000.000,00
	JUMLAH	108.979.630,25
	PPN 10 %	10.897.963,02
	JUMLAH TOTAL	119.877.593,27
	PEMBULATAN	119.877.000,00

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan perancangan yang telah direncanakan, IPAL dapat menanggulangi masalah pencemaran lingkungan terkait limbah cair domestik pada lokasi penelitian. Tingkat efisiensi penurunan pengolahan cukup tinggi, yaitu BOD 3,67 mg/L (87%), COD 12,21 mg/L (87%), SS 2,25 mg/L (87,5%), Minyak dan lemak 0,2 mg/L (80%), Coliform 570/100 mg (70%). Berdasarkan karakteristik kualitas air limbah, alternatif IPAL yang sesuai menggunakan metode Biofilter aerob. Luas lahan yang digunakan untuk pembangunan IPAL 19,89 m² dan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL, sebesar Rp.119.877.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, S., & Suharno, S. K. M. (2012). Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. *Yogyakarta: Gosyen Publishing*
- Ayu, W. F. G., & Pangesti, F. S. P. (2021). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Dengan Metode Constructed Wetland Di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 4(2), 130-141.
- David, V. V., Pharmawati, K., & Usman, D. K. (2019). Implementasi konsep konservasi air di Gedung Apartemen X. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2).
- Nasoetion, P., Wulandari, D. A., Saputra, M., & Ergantara, R. I. (2017). Evaluasi Dan Redesign Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RS. Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*, 1(2).
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2017). Pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1).
- Said, N. I., & Syabani, M. R. (2018). Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Jurnal Air Indonesia*, 7(1).
- Sali, G. P., Suprabawati, A., & Purwanto, Y. (2018). Efektivitas Teknik Biofiltrasi Dengan Media Sarang Tawon Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total Limbah Cair. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 1-6.
- Setiawan, B. A. (2020). *Penggunaan Grease Trap Model Zig-Zag Terhadap Penurunan Ketebalan Lapisan Minyak Dan Lemak*. (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).

- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan, 12*(1)
- Suoth, A. E. (2016). Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga Pada Salah Satu Perumahan Menengah ke Atas di Tangerang Selatan. *Ecolab, 10*(2), 80-88
- Yudo, S., & Said, N. I. (2017). Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Lingkungan, 10*(2)
- Zaneti, R. N., Etchepare, R., & Rubio, J. 2013. Car wash wastewater treatment and water reuse—a case study. *Water science and technology, 67*(1), 82-88