

STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DI KOMPLEK PERGUDANGAN SINAR GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO

M. Eky Nurharista¹, Eko Noerhayati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail : ekynur22@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail : anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

The industrial sector in Indonesia continues to grow rapidly, but this growth has also led to environmental pollution problems caused by waste. The Sinar Gedangan Warehouse Complex in Sidoarjo Regency is an area utilized by various companies for the storage and distribution of goods. Located on Wedi Betro Street, Gedangan, Sidoarjo, the complex consists of several blocks, from block A to block E, which are used by companies for warehousing and industrial operations. Its strategic location with easy access from the main road makes it a suitable choice for companies needing storage facilities in Sidoarjo and Surabaya. However, liquid waste management in this area receives little attention, with many facilities lacking wastewater treatment systems. Therefore, a Wastewater Treatment Plant (WWTP) is required to ensure that liquid waste is processed before disposal, preventing environmental pollution. The WWTP design utilizes anaerobic biofilter technology. The wastewater flow rate at the Sinar Gedangan Warehouse Complex is recorded at 12,370 L/day. The wastewater quality test results show that the BOD is 573.2 mg/L, COD is 1,356 mg/L, TSS is 4,722 mg/L, oil and grease content is 8.0 mg/L, and the pH level is 6.11. These values do not meet the quality standards based on the Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016.

Based on the analysis of wastewater quality and quantity, the WWTP is designed with several components, including an Oil and Grease Separator Tank (1.4 m × 1 m × 1.7 m), an Equalization Tank (2.1 m × 2 m × 2.2 m), a Primary Settling Tank (2.7 m × 2 m × 2.2 m), an Anaerobic Tank (2.5 m × 2.5 m × 2.2 m), an Aerobic Tank (2.5 m × 2 m × 2.2 m), and a Final Settling Tank (1.3 m × 2.5 m × 2.2 m). The estimated cost for constructing this WWTP is Rp 201,212,702.63.

Keywords : Anaerobic Biofilters, Warehouse Liquid Waste, Waste Water Treatment Plants

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri di Indonesia telah menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, terutama akibat limbah yang dihasilkan. Setiap aktivitas industri menghasilkan limbah, baik padat maupun cair. Limbah cair menjadi salah satu masalah utama, terutama dari aktivitas rumah tangga dan industri (Noerhayati dan Rahmawati, 2021). Pencemaran limbah cair terjadi ketika air mengalami perubahan fisik yang berbahaya atau berpotensi menimbulkan penyakit serta mengganggu kehidupan makhluk hidup. Komplek Pergudangan Sinar Gedangan di Kabupaten Sidoarjo adalah area yang digunakan oleh berbagai perusahaan untuk penyimpanan dan distribusi barang. Meski lokasinya strategis dengan akses mudah dari jalan utama, pengelolaan limbah cair di kawasan ini masih kurang diperhatikan, sehingga belum

dilengkapi fasilitas pengolahan limbah cair. Untuk itu, diperlukan penerapan teknologi pengolahan yang tepat agar limbah cair yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Perencanaan pengolahan air limbah diperlukan untuk mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan (Anita R, 2022). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah fasilitas yang dirancang untuk mengolah air limbah menggunakan proses fisika, kimia, atau biologi agar memenuhi standar baku mutu. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah IPAL dengan metode Biofilter Anaerob. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah yang terjadi di sekitar lokasi studi, khususnya di Pergudangan Sinar Gedangan, Kabupaten Sidoarjo, yang belum memiliki sistem sanitasi memadai. Limbah cair dari aktivitas perdagangan di kawasan tersebut

langsung dibuang ke saluran drainase tanpa pengolahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memberikan solusi untuk mencegah pencemaran air dan lingkungan, sekaligus mendukung optimalisasi sanitasi untuk meningkatkan kesehatan masyarakat di Kabupaten Sidoarjo.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas limbah cair di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo?
2. Berapa kuantitas limbah cair di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo?
3. Bagaimana desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo?
4. Berapa estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Bill of Quantity* (BOQ) yang diperlukan untuk pembangunan IPAL yang direncanakan?

1.3. Batasan Masalah

1. Mengabaikan limbah padat yang dihasilkan.
2. *Detail Engineering Design* (DED) mencakup perhitungan dimensi dan pembuatan rancangan gambar DED untuk setiap unit pengolahan yang direncanakan dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
3. Metode yang diterapkan merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.
4. Parameter yang digunakan meliputi pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan

1. Mengetahui kualitas limbah cair di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo.
2. Mengetahui kuantitas air limbah cair di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo.
3. Merencanakan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo.
4. Menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Bill of Quantity* (BOQ) yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL yang akan direncanakan.

Manfaat

Diharapkan dapat memberikan solusi dalam mengoptimalkan upaya sanitasi di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo sehingga dapat mencegah terjadinya pencemaran kualitas air. Selain itu, diharapkan dapat menjadi rencana alternatif Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) melibatkan penggunaan kombinasi metode *Biofilter Anaerob* yang sesuai dengan kualitas air limbah di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, air limbah didefinisikan sebagai sisa dari suatu proses atau aktivitas yang berbentuk cair. Berdasarkan asalnya, air limbah dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu limbah cair domestik dan limbah cair non-domestik.

Menurut Tchobanoglous et al. (2003), air limbah didefinisikan sebagai campuran cairan dan material buangan yang berasal dari berbagai sumber, seperti area perdagangan, permukiman, perkantoran, dan industri, serta dapat mencakup air hujan, air tanah, dan air permukaan yang mungkin terikut di dalamnya.

2.2. Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah merupakan batasan atau tingkat maksimum kandungan unsur pencemar yang diperbolehkan dalam air limbah hasil dari aktivitas atau usaha tertentu sebelum dibuang ke badan air. Secara nasional, standar baku mutu ini diatur dalam Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tahun 2016 yang menetapkan ketentuan terkait Baku Mutu Air Limbah Domestik.

2.3. Karakteristik Air Limbah

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik biodegradable yang terdapat di dalam air. BOD ditentukan dengan cara mengukur oksigen yang diserap oleh sampel air limbah akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu (Satiti 2011).

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yang merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang digunakan dalam mengoksidasi zat – zat organik secara kimia. Hasil dari pengukuran COD biasanya mendapatkan nilai yang lebih tinggi dari pada nilai BOD apalagi jika

sejumlah bahan organik yang resisten secara biologis terdapat pada air limbah.

Minyak lemak pada air limbah harus diperhatikan karena bersifat sulit larut di dalam air atau mempunyai stabilitas yang rendah, serta mempunyai kecenderungan memisah dengan air. Minyak dan lemak banyak ditemui pada makanan, hewan dan manusia. Selain sulit larut dalam air, parameter minyak dan lemak tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri karena relatif stabil oleh karena itu minyak dan lemak dapat diekstrak dari suatu larutan menggunakan heksan atau CFC (Audia 2022).

2.4. Debit Air Limbah Rata – Rata

Menurut Pinanggih, R. B. J. (2020), sebanyak 60% – 80% dari total penggunaan air bersih menghasilkan air limbah domestik. Perhitungan debit air limbah secara keseluruhan didapatkan dengan rumus berikut :

$$Q_{ave} = \text{Jumlah debit rata – rata} + 20\% \quad (1)$$

2.5. Perencanaan IPAL *Biofilter Anaerob – Aerob*

$$V_{media \text{ biofilter}} = \frac{\text{Beban BOD (kg/hari)}}{\text{Standar beban BOD (kg/m}^3 \cdot \text{hari)}} \quad (2)$$

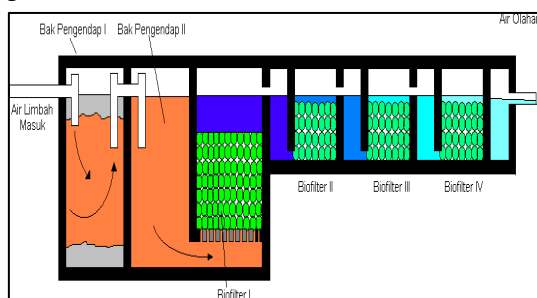
$$\text{BOD} = Q \times \text{Kadar BOD masuk} \quad (3)$$

$$V_{reaktor \text{ diperlukan}} = \frac{100}{60} \times V_{media \text{ biofilter}} \quad (4)$$

$$t_d = \frac{V_{reaktor \text{ diperlukan}}}{Q} \quad (5)$$

2.6. Prinsip Kerja IPAL *Biofilter Anaerob*

Diagram proses pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob dapat dilihat pada gambar



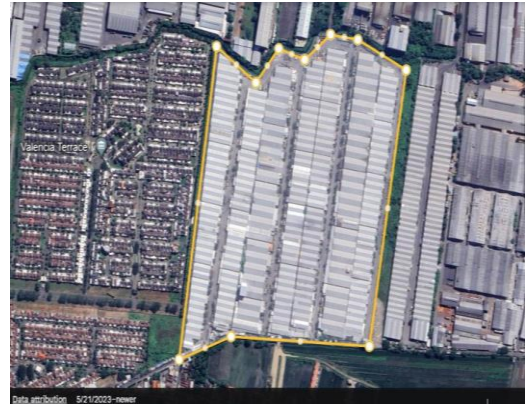
Gambar 1. Diagram Pengolahan Air Limbah Biofilter Anaerob

Sumber : (Kemenkes RI, 2011)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Blok B No. 2, Jalan Wedi Betro, Dusun Gemurung Kidul, Kecamatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo.

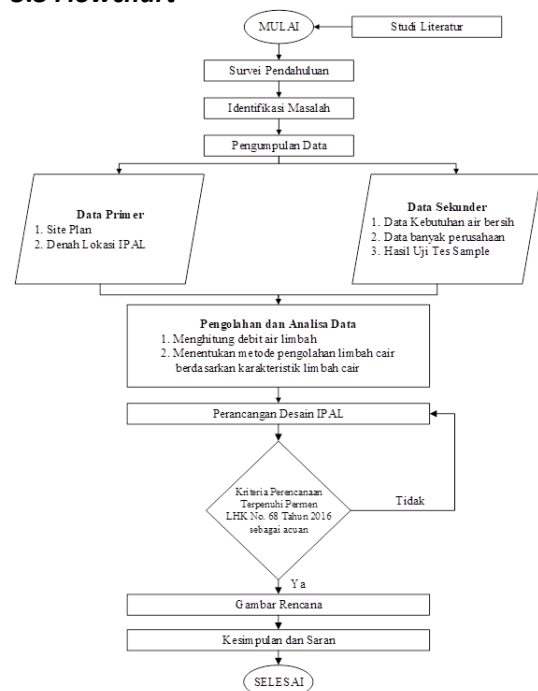


Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : (Google Earth, 2023)

3.2 Parameter Penelitian

Parameter utama yang digunakan mencakup BOD, COD, TSS, serta minyak dan lemak. Sementara pH digunakan sebagai parameter pendukung untuk mendukung proses penguraian oleh mikroorganisme.

3.3 Flowchart



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian
Sumber : (Hasil Analisis, 2023)

3.4. Penyusunan RAB dan BOQ

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) bertujuan untuk mengkalkulasi dan merekapitulasi seluruh anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan IPAL. Pembuatan RAB dilakukan dengan mengalikan besaran volume pekerjaan dengan standar satuan

harga berdasarkan Peraturan Bupati Sampang Nomor 98 Tahun 2022 tentang Standar Harga Satuan Tahun Anggaran 2023. Sedangkan penyusunan Bill of Quantity (BOQ) bertujuan untuk mengkalkulasikan detail kebutuhan untuk pekerjaan pembangunan IPAL yang meliputi luas, volume, serta galian dari setiap Unit Biofilter Anaerob yang akan direncanakan. Pembuatan BOQ dilakukan berdasarkan hasil perhitungan Detail Engineering Design (DED) yang telah dilakukan sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uraian Umum

Survei dilaksanakan pada tanggal 1 September 2023. Surveyor melakukan wawancara pada karyawan di Perusahaan PT. Integra Indokabinet yang bergerak dibidang konstruksi kayu di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo.

4.2. Kualitas Air Limbah

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Limbah

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	pH	mg/L	6,11	6 – 9	Memenuhi Baku Mutu
2	Biochemical oxygen demand (BOD)	mg/L	573,2	30	Diatas Baku Mutu
3	Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	1356	100	Diatas Baku Mutu
4	Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	4722	30	Diatas Baku Mutu
6	Minyak & Lemak	mg/L	8,0	5	Diatas Baku Mutu

Sumber : (Laboratorium Uji Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1, 2023)

Berdasarkan hasil uji sampel air limbah, didapatkan bahwa kandungan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak menunjukkan nilai diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

4.3. Kuantitas Air Limbah di Pergudangan Sinar Gedangan

Tabel 2. Data Pemakaian Air Bersih Harian Pergudangan Sinar Gedangan Tahun 2023

No	Jenis Kegiatan	Keterangan Kegiatan	Debit	Hasil Perhitungan
1	Kamar Mandi	Urin	±2 toren × 2200 L	4400 L/hari
2	Pabrik	Dihasilkan dari proses pengolahan aktivitas pabrik Dihasilkan dari air pencuci bahan produksi	±3 toren × 12000 L	36000 L/hari
3	Perkantoran	Dihasilkan dari ruangan kerja, garasi seperti cuci kendaraan	±1 toren × 1200 L	1200 L/hari
4	Kantin	Kegiatan mencuci alat makan dan bahan makanan Air bekas detergen	±1 toren × 1200 L	1200 L/hari
Jumlah				42800 L/hari

Sumber : Hasil Wawancara, 2023

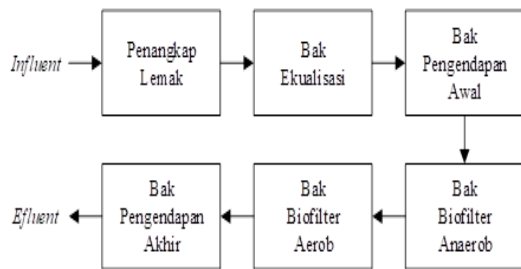
Berdasarkan tabel di atas, rata-rata konsumsi air bersih di Pergudangan Sinar Gedangan mencapai 42.800 m³/hari atau 42,80 L/hari. Sumber air limbah terbesar berasal dari pabrik, dengan debit mencapai 36 m³/hari, sedangkan debit terkecil berasal dari kantin dan kantor, yaitu 1,2 m³/hari. Sebagai langkahantisipasi terhadap peningkatan volume air limbah pada momen tertentu, seperti hari besar atau Lebaran, debit air limbah diproyeksikan bertambah sekitar ±20%. (Kaawon 2022).

$$\begin{aligned} \text{Qave} &= \text{Jumlah debit rata-rata} + 20\% \\ &= 42800 \text{ m}^3/\text{hari} + 20\% \\ &= 51360 \text{ L/hari} \approx 51.000 \text{ L/hari} \approx 51 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Flow Rate} &= \frac{51 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 2,13 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 2130 \text{ L/jam} \approx 35,5 \text{ L/menit} \end{aligned}$$

4.4. Teknologi Pengolahan Air Limbah di Pergudangan Sinar Gedangan

Berdasarkan latar belakang serta data kualitas dan kuantitas air limbah yang ada di Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo, maka ditetapkan sistem pengolahan yang akan digunakan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo yaitu Sistem Biofilter Anaerob dan Aerob. Air limbah yang berasal dari Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo dialirkan menuju bak penangkap lemak, setelah dari bak penangkap air mengalir ke bak ekualisasi sebagai tempat penampung awal dan mengontrol debit air limbah. Kemudian air limbah dipompa menuju bak pengendapan awal untuk mengendapkan kotoran padat di dasar bak. Selanjutnya air limbah menuju ke bak biofilter anaerobik yang telah dilengkapi media filter berupa media sarang tawon. Media sarang tawon berfungsi sebagai tempat menempelnya mikroorganisme yang dapat menguraikan senyawa organik pada air limbah. Selanjutnya, air limbah dialirkan menuju ke bak biofilter aerob. Bak tersebut juga dilengkapi media filter berupa sarang tawon dan penambahan blower untuk menginjeksikan udara. Penambahan udara berfungsi untuk menguraikan bau yang tersisa. Proses terakhir yaitu bak pengendapan akhir, untuk mengendapkan kotoran yang masih tersisa di pengolahan sebelumnya dan dipompa kembali ke bak biofilter anaerob.



Gambar 2. Skema Perencanaan IPAL
Pergudangan Sinar Gedangan
Sumber : Hasil Perencanaan, 2023

4.5. Perhitungan Dimensi Unit Pengolahan

1. Bak Penangkap Lemak

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Debit perencanaan (Q)} &= 51 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu tinggal (rt)} &= 0,5 - 2 \text{ jam} \\
 \text{Kedalaman} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 1,0 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= Q \times td \\
 &= 51 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60 \\
 &\quad \text{menit}/1440 \text{ menit}/\text{hari} \\
 &= 2,12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas} = \frac{\text{Volume grease trap}}{\text{kedalaman (m)}}$$

$$= 2,12 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m}$$

$$= 1,4 \text{ m}^2$$

$$1,4 \text{ m}^2 = \text{panjang(m)} \times \text{lebar(m)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,4 \text{ m}^2 / 1,0 \text{ m} \\
 &= 1,4 \text{ m} \approx 1,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimensi bak yang didapat :

$$\text{Panjang} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,0 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,2 \text{ m}$$

2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi berperan sebagai wadah sementara untuk menampung air limbah dari Pergudangan Sinar Gedangan sekaligus mengatur aliran debit air menuju Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Perencanaan Dimensi :

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

Didapatkan Panjang bak :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Lebar} \times \text{Tinggi}} \\
 &= \frac{8,48 \text{ m}^3}{1,3 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
 &= 2,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= 2,1 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\
 &= 8,48 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Bak Pengendapan Awal

Perencanaan Dimensi :

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

Didapatkan Panjang bak :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Lebar} \times \text{Tinggi}} \\
 &= \frac{10,63 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
 &= 2,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= 2,7 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\
 &= 10,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4. Bak Biofilter Anaerob

Dimensi Ruang Biofilter :

Ruang1

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 2/5 \times p \\
 &= 2/5 \times 2,5 \text{ m} \\
 &= 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ruang2

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3/5 \times p \\
 &= 3/5 \times 2,5 \text{ m} \\
 &= 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Lebar} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi jagaan} = 0,2 \text{ m}$$

5. Bak Biofilter Aerob

Dimensi yang dibutuhkan bak aerob :

Ditentukan :

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} \\
 &= \frac{6,8 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
 &= 1,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\
 &= 1,7 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\
 &= 6,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi yang dibutuhkan untuk ruang aerasi :

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} \\
 &= \frac{3 \text{ m}^3}{1 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
 &= 0,75 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ ruang aerasi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\
 &= 0,8 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\
 &= 3,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total volume efektif} &= \text{Dimensi} + V \text{ ruang aerasi} \\
 &= 6,8 \text{ m}^3 + 3,2 \text{ m}^3 \\
 &= 10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

6. Bak Pengendapan Akhir

Volume yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= Q \times td \\
 &= 2,13 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} \\
 &= 6,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi yang dibutuhkan :

Ditentukan :

Lebar = 2,5 m

Kedalaman = 2 m

$$\text{Panjang} = \frac{\text{Volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}}$$

$$= \frac{6,4 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}}$$

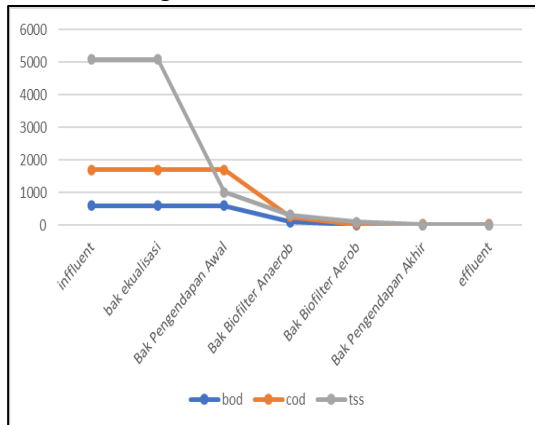
$$= 1,28 \text{ m} \approx 1,3 \text{ m}$$

Maka dimensi yang ditetapkan :

Dimensi = panjang × lebar × kedalaman

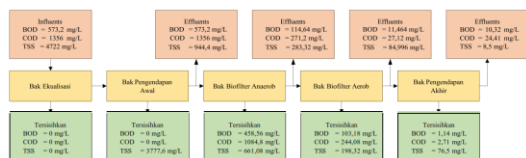
$$= 1,3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4,14 \text{ m}^3$$

Setiap bak pengolahan diantisipasi memiliki tingkat efisiensi yang dapat mengurangi kandungan bahan organik dalam air limbah Pergudangan Sinar Gedangan. Estimasi kualitas *effluents*, dengan parameter BOD, COD dan TSS pada setiap unit bak instalasi dipresentasikan dalam bentuk grafik berikut :



Gambar 3. Grafik Kualitas Effluent

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 3. Grafik Kualitas Effluent

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Perhitungan kesetimbangan massa atau Mass Balance yang dibutuhkan untuk melihat aliran bahan masuk dan keluar dalam suatu proses, yang dimana berisi kuantitas komponen – komponen serta proses masuk keseluruhan. Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan proses biofilter anaerob dan aerob yang direncanakan, mampu mengolah air limbah dengan total penyisihan BOD.

Tabel 3. Perbandingan Baku Mutu Air Limbah Dengan Effluent

No	Parameter	Hasil Uji Pendahuluan	Baku Mutu	Effluent	Keterangan
1	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	573,2	30	10,32	Memenuhi Baku Mutu
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	1356	100	24,41	Memenuhi Baku Mutu
3	Total Suspended Solids (TSS)	4722	30	8,5	Memenuhi Baku Mutu

Sumber : (Hasil Perhitungan 2023)

4.6. Rekapitulasi Perencanaan IPAL

Agar mempermudah dalam menganalisis hasil perencanaan dari perhitungan desain yang didapat, jumlah waktu retensi air limbah dan dimensi dari setiap bak IPAL di Pergudangan Sinar Gedangan dapat dilihat pada tabel berikut :

No	Unit Ipal	Waktu tinggal	Satuan
1	Bak Ekualisasi	4	jam
2	Bak Pengendap Awal	5	jam
3	Bak Anaerob Biofilter	5	jam
4	Bak Aerob Biofilter	4,7	jam
5	Bak Pengendap Akhir	3	jam
Total		21,7	jam

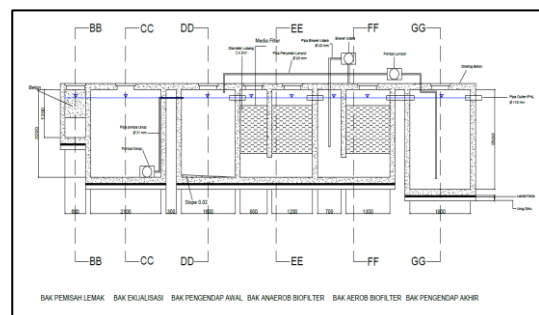
Tabel 4. Rekapitulasi Waktu Tinggal Unit IPAL Biofilter Anaerob – Aerob

Sumber : (Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel 5. Rekapitulasi Dimensi IPAL

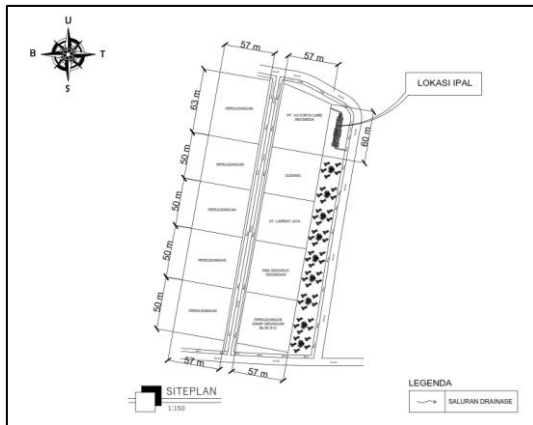
No	Unit Ipal	Panjang	Lebar	Tinggi	Total
1	Bak Penangkap Lemak	1,4 m	1,0 m	1,7 m	2,38 m³
2	Bak Ekualisasi	2,1 m	2,0 m	2,2 m	9,24 m³
3	Bak Pengendap Awal	2,7 m	2,0 m	2,2 m	11,88 m³
4	Bak Anaerob Biofilter	2,5 m	2,5 m	2,2 m	13,75 m³
5	Bak Aerob Biofilter	2,5 m	2,0 m	2,2 m	11,0 m³
6	Bak Pengendap Akhir	1,3 m	2,5 m	2,2 m	7,15 m³
Luas Total Lahan Perencanaan					25,5 m²

Sumber : (Hasil Perhitungan, 2023)

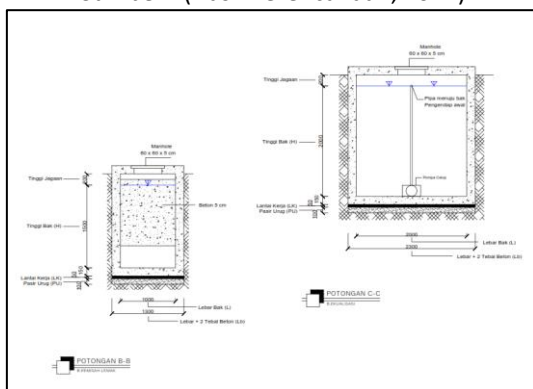


Gambar 4. Rencana Potongan Memanjang IPAL

Sumber : (Hasil Perencanaan, 2024)



Gambar 5. Site Plan
Sumber : (Hasil Perencanaan, 2024)



Gambar 6. Rencana Potongan IPAL
Sumber : (Hasil Perencanaan, 2024)

4.7. Bill of Quantity (BOQ)

Bill of Quantity (BOQ) adalah perincian volume seluruh pekerjaan yang akan dilakukan selama proses konstruksi. Tujuan Penyusunan BOQ untuk memudahkan rincian RAB yang meliputi biaya material, peralatan, dan tenaga kerja. Sedangkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan rekapitulasi biaya konstruksi yang dilakukan berdasarkan BOQ yang telah disusun. Penyusunan RAB dilakukan dengan mengalikan besaran volume pekerjaan pada BOQ dengan Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 34 Tahun 2023 tentang Standar Harga Satuan Tahun anggaran 2023.

Kebutuhan	Satuan	Desain	Total
		B.Ekualisasi-B.P.Awal- B.Anaerobik-B.Aerobik- B.P.Akhir	
Pembersihan Lahan	m ²	49,13	49,13
Galian	m ³	108,086	108,1
Pasir Urug	m ³	3,258	3,258
Lantai Kerja Beton	m ³	1,629	1,629
Plat Lantai Beton	m ³	4,887	4,887
Dinding Beton	m ³	14,9985	15
Tutup Beton	m ³	4,761	4,761
Pengurangan Tanah	m ³	27,6435	27,64

4.8. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan biaya bangunan berdasarkan BOQ dan spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun dan kebutuhan instalasi lainnya, seperti aksesoris tambahan. RAB pada perencanaan ini mengacu pada Harga Satuan Pokok Kerja (HSPK) Kabupaten Sidoarjo Tahun 2023. Berikut merupakan perhitungan RAB masing – masing desain IPAL yang direncanakan:

No.	Uraian Pekerja	Jumlah Harga (Rp)
1	Tahapan Persiapan	13.353.883,81
2	Pekerjaan Utama	165.642.466,93
3	Pekerjaan <i>Finishing</i>	2.276.354,33
	Total Biaya	181.272.705,07
	PPN 11%	19.939.997,56
	TOTAL + PPN	201.212.702,63

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Total biaya yang dibutuhkan untuk membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah di Pergudangan Sinar Gedangan adalah sebesar Rp. 58.797.221,65. Berdasarkan hasil uji sampel di Laboratorium Jasa Tirta Malang, kualitas limbah cair di lokasi tersebut menunjukkan nilai BOD sebesar 573,2 mg/L, COD sebesar 1356 mg/L, TSS sebesar 4722 mg/L, kandungan minyak dan lemak sebesar 8,0 mg/L, serta pH sebesar 6,11 mg/L.
2. Pergudangan Sinar Gedangan menghasilkan debit air limbah sebesar 42800 L/hari dengan total 24 jam kerja per harinya.
3. Berdasarkan hasil survei dan perhitungan, diperoleh dimensi desain untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pergudangan Sinar Gedangan, yaitu: 1. Bak Penangkap Minyak/Lemak dengan Panjang 1,4 m, Lebar 1 m, kedalaman total 1,7 m. 2. Bak Ekualisasi dengan Panjang 2,1 m, Lebar 2,0 m, kedalaman total 2,2 m. 3. Bak Pengendap Awal dengan Panjang 2,7 m, Lebar 2,0 m, kedalaman total 2,2 m. 4. Bak Anaerobik dengan Panjang 2,5 m, Lebar 2,5 m, kedalaman total 2,2 m. 5. Bak Aerob dengan Panjang 2,5 m, Lebar 2,0 m, kedalaman total 2,2 m. 6. Bak Pengendap Akhir dengan Panjang 1,3 m, Lebar 2,5 m, kedalaman total 2,2 m.

4. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pergudangan Sinar Gedangan tersebut adalah sebesar Rp. 201.212.702,63.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan hitungan perencanaan perpipaan.
2. Perlu dilakukan pemisahan limbah laboratorium berdasarkan masing – masing karakteristik.
3. Perlu dipasang alat ukur debit air limbah untuk mendapat hasil yang lebih aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Audia, Hijrika. 2022. *“Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Di Pasar Induk Lambaro Kabupaten Aceh Besar.”*
- [2] Hidayati, Shafiya Sausan. 2017. *“Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerob-Aerob.”*
- [3] Kolis, Ibnu, Eko Noerhayati, and Anita Rahmawati. 2022. *“Studi Perencanaan Teknologi Red Beed Dalam Pengolahan Limbah Cair Di Perumahan Bumi Asri Sengkaling Kabupaten Malang.”*
- [4] Rahmawati, Anita, and Warsito -. 2020. *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang.* Jurnal Rekayasa Hijau 4(1): 1–8.
- [5] Said, N. , dan F. 2018. *Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam.* Jurnal Air Indonesia 1(3)
- [6] Satiti, Epifani. 2011. *“Studi Kasus: Pasar Tradisional Glodok, Jakarta Barat.”*