



Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tumumpa Kota Manado

Yulita A. Kalendesang^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Isri R. Mangangka^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ayulitakalendesang@gmail.com, ^blegransroski@unsrat.ac.id, ^cisri.mangangka@unsrat.ac.id

Abstrak

Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tumumpa memiliki Tempat Pelelangan Ikan (TPI) yang menjadi pusat kegiatan jual beli ikan dari nelayan setempat. Sebagai pusat aktivitas ekonomi di sektor perikanan, limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan pelelangan ikan termasuk TPI Tumumpa dapat mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan masyarakat sekitar. Untuk itu dilakukan pemeriksaan parameter kualitas air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Pengolahan Hasil Perikanan, yakni TSS (Total Suspended Solid), COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan minyak dan lemak. Hasil uji laboratorium diperoleh nilai sebagai berikut: TSS sebesar 29.5 mg/L, BOD sebesar 636 mg/L dan COD sebesar 1300 mg/L, minyak dan lemak 0.5 mg/L. Hasil ini mendorong untuk dilakukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di TPI Tumumpa. Analisis terhadap produksi limbah per hari menunjukkan bahwa IPAL memiliki kapasitas rencana sebesar 26.96 m³/hari. Dengan menggunakan teknologi pengolahan berupa Biofilter Aerobik dengan Adsorpsi Karbon Aktif, diperoleh hasil effluent dari efisiensi removal pada parameter TSS sebesar 0.361375 mg/L, BOD sebesar 3.1164 mg/L, dan COD sebesar 19.11 mg/L. Total luas lahan rencana yang dibutuhkan pada perencanaan IPAL adalah 45.59 m², dengan panjang bangunan unit pengolahan 14.5 m dan lebar 8.31 m.

Kata kunci: limbah cair, IPAL, Biofilter Aerob, adsorpsi karbon aktif, TPI Tumumpa

1. Pendahuluan

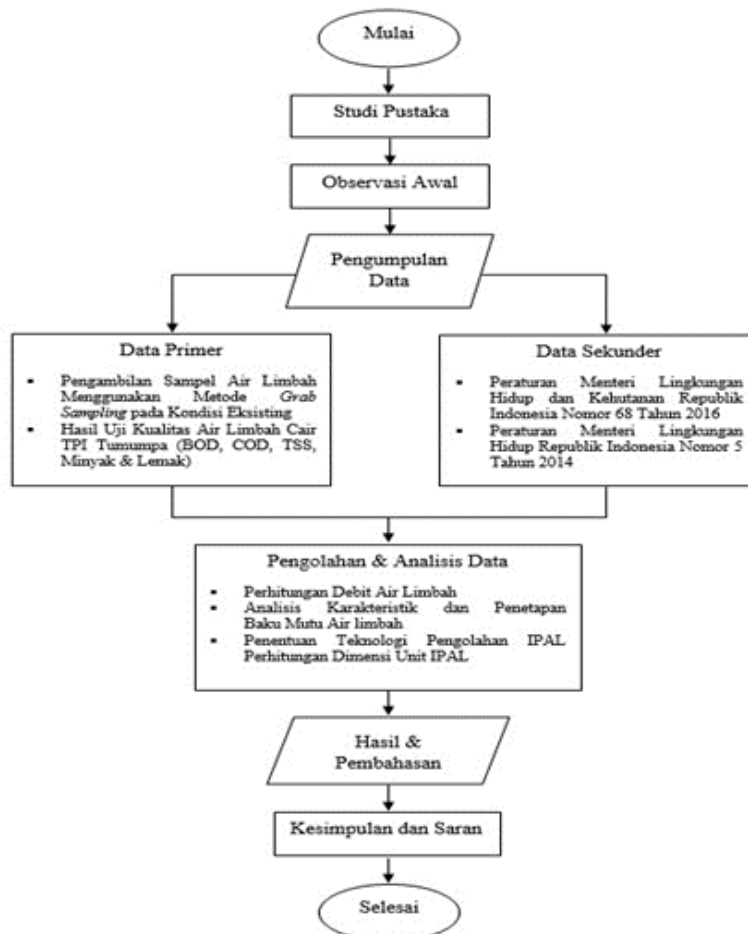
Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Indonesia didefinisikan sebagai suatu tempat yang digunakan untuk kegiatan jual-beli ikan, termasuk kegiatan penampungan, pemeliharaan, pengolahan, dan pengangkutan ikan. TPI memegang peran penting sebagai pusat kegiatan ekonomi yang berkontribusi pada pendapatan dan kesejahteraan masyarakat setempat. Namun, pertumbuhan TPI juga berpotensi menghasilkan limbah yang signifikan, terutama limbah cair yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar jika tidak ditangani dengan baik. Di Kota Manado, TPI Tumumpa yang terletak di Pelabuhan Perikanan Pantai Tumumpa menjadi salah satu TPI yang penting dalam rantai distribusi ikan. Studi dari Dien (dalam Dien, 2022) melaporkan perairan sekitar teluk Manado termasuk Pelabuhan Perikanan sudah terkontaminasi dengan bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit seperti coliform, *Escherichia coli*, *Vibrio cholera* dan *Vibrio parahaemolyticus*. Pengolahan air limbah merupakan salah satu aspek penting dalam upaya menjaga keberlanjutan industri perikanan serta melindungi ekosistem laut yang ada di sekitarnya. Untuk mendapatkan kualitas air limbah yang memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke badan air, maka dirancang suatu konstruksi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah pada TPI Tumumpa menggunakan teknologi Biofilter Aeorob dengan Adsorpsi Karbon Aktif sehingga dapat meningkatkan efisiensi removal terhadap parameter kualitas air limbah yakni TSS, COD dan BOD. Kualitas air limbah yang menjadi objek penelitian mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun

2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Perikanan. Standar baku mutu yang digunakan dalam pengukuran air limbah adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

2. Metode Perencanaan

Lokasi Penelitian berada di TPI Tumumpa tepatnya didalam Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tumumpa, Kelurahan Tumumpa II, Kecamatan Tuminting, Kota Manado. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Perencanaan dimulai dengan melakukan observasi awal di wilayah penelitian dan kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif, yaitu menganalisis kualitas limbah cair melalui pengambilan sampel air limbah dan uji parameter berupa Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Minyak dan Lemak di laboratorium Baristand Industri Manado. Hasil uji kemudian akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No.68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik sebagai acuan dalam penelitian ini. Setelah diperoleh hasil analisis kemudian dilanjutkan dengan mendesain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) menggunakan metode pengolahan yang direncanakan yaitu biofilter aerob dan adsorpsi karbon aktif. Pemilihan metode pengolahan biofilter aerob didasarkan pada pengelolaannya yang mudah dan biaya operasional yang rendah. Selain itu proses aerobik mampu menurunkan beban organik yang tinggi dalam air limbah seperti di TPI Tumumpa dan zat lain seperti amonia, deterjen, padatan tersuspensi, serta fosfat dari air limbah. Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Laboratorium Kualitas Limbah Cair TPI Tumumpa

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Nilai Influen Limbah Cair TPI Tumumpa

Parameter	Satuan	Hasil uji	Sesuai persyaratan maksimum *)	Metode uji
TSS	mg/L	29.5	30	SNI 6989.3:2019
BOD	mg/L	636	30	SNI 6989.72:2009
COD	mg/L	1300	100	IK – 1.17 (Spektrofotometri)
Minyak dan Lemak	mg/L	0.4	5	SNI 6989.10:2011

Sumber: Baristand Industri Manado, 2023

Hasil uji laboratorium pada Tabel 1 menunjukkan kadar parameter BOD adalah 636 mg/L dan COD adalah 1300 mg/L dimana berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 nilai tersebut telah melewati ambang batas baku mutu. Sedangkan kadar parameter TSS adalah 29.5 mg/L dan untuk parameter Minyak dan Lemak adalah 0.4 mg/L dimana kedua parameter tersebut masih memenuhi baku mutu, nilai ini dipengaruhi oleh situasi pada saat pengambilan sampel yang dilakukan pada pagi hari menjelang siang dimana aktivitas disekitar TPI belum terlalu ramai dan hanya ada proses bongkar muat ikan.

3.2. Perhitungan Debit Rencana

A. Kebutuhan Air Bersih

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penjual ikan} &= 47 \text{ orang} \\ &= 47 \times 2 \times 360 \text{ liter/hari} \\ &= 33840 \text{ l/orang/hari} \\ &= 33.70 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

B. Debit Air Limbah

Asumsi besaran debit air limbah 80% dari total pemakaian air bersih (Kementerian PUPR Ditjen Cipta Karya, Pedoman Perencanaan Teknik Terinci SPALD-T, 2018) maka debit air limbah adalah:

$$\begin{aligned} &= 33840 \text{ l/orang/hari} \times 80\% \\ &= 27072 \text{ l/orang/hari} \\ &= 26.96 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

C. Debit Puncak Harian

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{puncak}} &= 27072 \text{ l/orang/hari} \times 4.3 \\
 &= 116952.6 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 116.4 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 4.85 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

D. *Debit Minimum*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{min}} &= 1/5 \times (47)^{1/6} \times 0.3 \text{ liter/detik} \\
 &= 1/5 \times 7.83 \times 0.3 \text{ liter/detik} \\
 &= 0.490889 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

3.3. Perhitungan Dimensi Unit Pengolahan Air Limbah

A. *Bak Pemisah Minyak dan Lemak*

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pengolahan} &= 26.96 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu detensi} &= 30 \text{ menit} \\
 \text{Rasio p:l} &= 2:1 \\
 \text{Kedalaman} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$V_{\text{bak}} = \frac{30}{60 \times 24} 26.96 \text{ m}^3/\text{hari} = 0.56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$A = 0.56 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 0.56 \text{ m}^2$$

$$0.56 \text{ m}^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$D^2 = 0.56 \times \frac{4}{3.14}$$

$$= 0.71$$

$$= 84.59 \text{ mm}$$

$$L = (0.56 \text{ m}^2 / 2)^{0.5} = 0.74 \text{ m}$$

$$P = 2 \times 0.74 \text{ m} = 1.4 \text{ m}$$

$$T_d = \frac{(1.6 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m})}{26.96 \text{ m}^3/\text{hari}} = 60 \text{ menit (memenuhi)}$$

B. *Bak Ekualisasi*

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Pengolahan} &= 1.404 \text{ m}^3/\text{j} \\
 \text{Waktu detensi} &= 3 \text{ jam} \\
 \text{Ketebalan dinding} &= 0.025 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman efektif} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{Percepatan gravitasi} &= 9.81 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$V_{\text{bak}} = \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} = 3.37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Luas area efektif} = \frac{3.37 \text{ m}^3/\text{jam}}{1.5 \text{ m}} = 2.24 \text{ m}^2$$

Rasio p:l

$$L = (2.24 \text{ m}^2 / 1.5 \text{ m})^{0.5} = 1.2 \text{ m}$$

$$P = 1.2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

$$V_{\text{ef}} = 1.8 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 3.24 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{total}} = 1.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Beban permukaan} = \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h}}{1.8 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}} = 12.48 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari (memenuhi)}$$

C. *Pompa*

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pengolahan} &= 0.001348212 \text{ m}^3/\text{d} \\
 \text{Kecepatan asumsi pipa} &= 1 \text{ m/detik (mencegah penggerusan pada pipa)} \\
 \text{Jenis pompa} &= \textit{submersible pump} \\
 \text{Sudut kemiringan pipa} &= \text{tegak lurus (90}^\circ\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman efektif} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Sehingga,} \\
 Q_{\text{pipa}} &= \frac{0.001348212 \text{ m}^3/\text{d}}{1 \text{ m/detik}} = 0.001348212 \text{ m}^3/\text{detik pipa atau 1.34 liter/detik} \\
 D \text{ pipa} &= \frac{0.001348212 \text{ m}^2}{0.785} = 0.041442333 \text{ m atau 41 mm (1.63 inch)} \\
 A &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (0.05)^2 = 0.0019625 \text{ m}^2 \\
 V_{\text{cek}} &= \frac{0.001348212 \text{ m}^3/\text{d}}{0.0019625 \text{ m}^2} = 0.686986792 \text{ m/d} \\
 H_L \text{ mayor} &= \left[\frac{0.001348212 \text{ m}^3/\text{detik pipa}}{0.00155 \times 120 \times (41)^{2.63}} \right]^{1.83} \times 1.5 = 0.00000060598 \text{ m} \\
 H_f \text{ belokan} &= \left(\frac{0.4 \times 0.686986792 \text{ m/d}}{2^{(9.81)}} \right) \times 2 = 0.019243664 \text{ m} \\
 H_f \text{ kecepatan (Hv)} &= \frac{0.686986792 \text{ m/d}}{2^{(9.81)}} = 0.02405458 \text{ m} \\
 H_L \text{ minor} &= 0.019243664 \text{ m} + 0.02405458 \text{ m} = 0.043298243 \text{ m} \\
 H_f \text{ sistem} &= 0.00000060598 \text{ m} + 0.043298243 \text{ m} = 0.043298849 \text{ m} \\
 \text{Head total} &= 1.5 + 0.043298849 \text{ m} = 1.543298849 \text{ m}
 \end{aligned}$$

D. Bak Pengendapan Awal

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pengolahan} &= 26.96 \text{ m}^3/\text{h} \\
 \text{Waktu detensi} &= 5 \text{ jam} \\
 \text{Ketebalan dinding} &= 0.025 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman efektif} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{Percepatan gravitasi} &= 9.81 \text{ m/detik} \\
 \text{Efisiensi removal} &= 30\%
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 V_{\text{bak}} &= \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h} \times 5 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} = 5.61 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Luas area efektif} &= \frac{5.61 \text{ m}^3/\text{jam}}{1.5 \text{ m}} = 3.74 \text{ m}^2 \\
 \text{Rasio p:l} \\
 L &= 4.68 \text{ m}^2 / 2 = 1.3 \text{ m} \\
 P &= 2 \times 1.3 \text{ m} = 2.7 \text{ m} \\
 V_{\text{ef}} &= 2.7 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 5.61 \text{ m}^3 \\
 H_{\text{rt}} &= \frac{5.61 \text{ m}^3}{26.96 \text{ m}^3/\text{h}} \times 24 \text{ jam} = 5 \text{ jam} \\
 H_{\text{total}} &= 1.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} \\
 &= 1.8 \text{ m} \\
 \text{Beban permukaan} &= \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h}}{3.74 \text{ m}^2} = 7.2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari (memenuhi)} \\
 V_{\text{fb}} &= 3.74 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m} = 1.12 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume total bak} &= 5.61 \text{ m}^3 + 1.12 \text{ m}^3 = 6.74 \text{ m}^3 \\
 \text{Kecepatan aliran} &= \frac{26.96 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} / 3.74 \text{ m}^3/\text{jam}}{24 \text{ jam}} = 0.3 \text{ m/jam} \\
 \text{Volume lumpur} &= 0.005 \times 30\% = 0.0015 \text{ l/g}
 \end{aligned}$$

E. Bak Biofilter Aerob

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pengolahan} &= 26.96 \text{ m}^3/\text{h} \\
 \text{Waktu detensi} &= 6 \text{ jam} \\
 \text{Ketebalan dinding} &= 0.025 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman efektif} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{Percepatan gravitasi} &= 9.81 \text{ m/detik} \\
 \text{Efisiensi removal} &= 95\%
 \end{aligned}$$

Beban BOD/media = 1.5 kg/m³.hari
 Jumlah ruang (n) = 2 kompartemen (ruang aerasi dan ruang media)
 Beban BOD = 12.004 kg/h (dalam air limbah)
 Beban COD = 24.537 kg/h (dalam air limbah)
 Sehingga,

$$V_{\text{media biofilter}} = \frac{12.004 \text{ kg/h}}{1.5 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}} = 8 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{8 \text{ m}^3}{50\%} = 16.005788 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{setiap ruang}} = \frac{16.005788 \text{ m}^3}{2} = 8 \text{ m}^3$$

$$T_d \text{ dalam reaktor} = \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h}}{8 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam} = 7 \text{ jam (memenuhi)}$$

$$A = \frac{16.005788 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 8 \text{ m}^2$$
 Rasio p:l (dimensi ruang aerasi)
 L = 8 m² / 2 = 2 m
 P = 2 × 2 m = 4 m
 V ruang aerasi = 4 m × 2 m × 2 m = 16 m³
 Dimensi ruang media: L = 2 m

$$P = \frac{16.005788 \text{ m}^3 - 16 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}} = 0.001 \text{ m}$$
 K = 2 m
 V ruang media = 0.001 m × 2 m × 2 m = 0.005 m³
 V efektif = 2(4 m) × 2 m × 2 m = 32 m³

$$T_d \text{ rata-rata} = \frac{32 \text{ m}^3}{26.96 \text{ m}^3/\text{h}} \times 24 \text{ jam} = 28 \text{ jam}$$
 Tinggi lumpur = 0.5 m
 Tinggi bed media = 1.2 m
 V_{total} media = 2 m × 0.001 m × 1.2 m = 0.003 m
 Tinggi air diatas bed media = 0.2 m
 BOD loading per volume media = $\frac{12.004 \text{ kg/h}}{16.005788 \text{ m}^3} = 0.75 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari (memenuhi)}$
 V_{fb} = 8 m² × 0.3 m = 2.40 m³

F. Bak Adsorpsi Karbon Aktif

Kriteria desain yang direncanakan:

Kapasitas Pengolahan = 26.96 m³/h
 Waktu operasi = 100 hari
 Ketebalan dinding = 0.02 m
 Kedalaman efektif = 2 m
 Freeboard = 0.3 m
 Densitas arang = 350 kg/m³
 Volume treated/kg = Volume treated/kg
 V_b = 10 m³
 Massa jenis arang = 450 kg/m³
 Luas penampang = 5 m²
 Panjang bed = 2.5 m
 Kecepatan aliran bed = 5 m/jam
 Sehingga,

$$V_{\text{bed media}} = \frac{1.1234 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2.5 \text{ m}}{5 \text{ m}/\text{jam}} = 0.56 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$M_{\text{arang}} = 0.56 \text{ m}^3/\text{jam} \times 350 \text{ kg/m}^3 = 196.6 \text{ kg}$$

$$H_{\text{bed}} = 0.56 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 \text{ m}^2 = 2.8 \text{ m}$$

$$L_{\text{bed}} = \frac{5 \text{ m}/\text{jam}}{2.5 \text{ m}} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Waktu kotak saat kosong} = \frac{2.5 \text{ m}}{5 \text{ m}/\text{jam}} = 0.5 \text{ jam}$$

$$\text{Massa arang} = 1.1234 \text{ m}^3/\text{jam} / \left(\frac{0.45 \text{ kg}}{196.6 \text{ kg}}\right) = 0.0126 \text{ m}^3$$

$$M_t = \frac{0.05 \text{ m}^3/\text{kg}}{1.1234 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0.0445 \text{ kg/jam}$$

$$T = \frac{196.6 \text{ kg}}{0.0445 \text{ kg/jam}} = 4417.86 \text{ jam atau 6 bulan}$$

$$V_{\text{total}} = \frac{196 \text{ kg}}{350 \text{ kg/m}^3} = 0.114 \text{ m}^3/\text{jam}$$

G. Bak Pengendapan Akhir

Kriteria desain yang direncanakan:

$$\text{Kapasitas pengolahan} = 26.96 \text{ m}^3/\text{h atau } 1.1234 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$T_d = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Ketebalan dinding} = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman efektif} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Rasio p:l} = 2:1$$

Sehingga,

$$V_{\text{bak}} = 1.1234 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ jam} = 2.24 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{2.24 \text{ m}^3}{1.5 \text{ m}} = 1.49 \text{ m}^2$$

Rasio p:l

$$L = 1.49 \text{ m}^2 / 2 = 0.8 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$P = 2 \times 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$V_{\text{ef}} = 2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 3 \text{ m}^3$$

$$\text{Kedalaman total bak} = 1.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Cek waktu detensi rata-rata} = \frac{26.96 \text{ m}^3/\text{h}}{3 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam} = 2.6 \text{ jam (memenuhi)}$$

$$\text{Cek OFR} = 26.96 \text{ m}^3/\text{h} / (1.49 \text{ m}^2 / 24 \text{ jam}) = 0.749 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$$

$$A_x = \frac{1 \text{ m}}{1.5 \text{ m}} = 0.57 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{total}} = 1.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

$$V_{\text{fb}} = 1.49 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m} = 0.449 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 2.24 \text{ m}^3 + 0.449 \text{ m}^3 = 2.69 \text{ m}^3$$

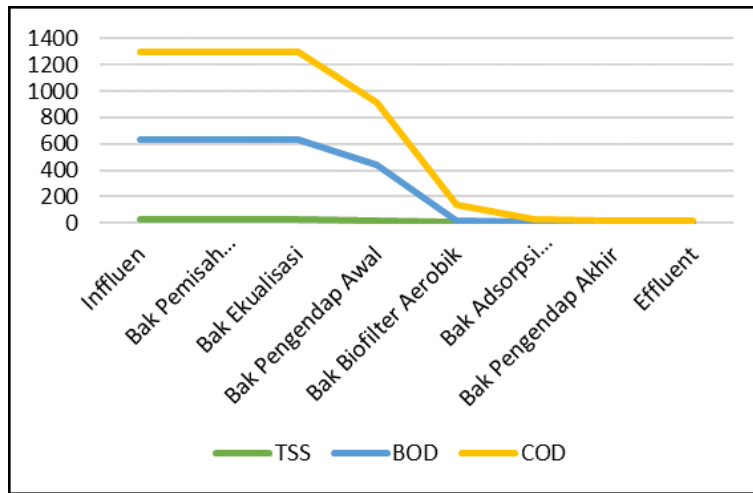
3.4. Mass Balance

Berdasarkan tabel 1 nilai influen air limbah TPI Tumumpa, maka kesetimbangan massa pada setiap unit pengolahan terdapat efisiensi yang diperkirakan akan menurunkan kandungan organik pada air limbah. Perkiraan kualitas air limbah setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Kualitas Effluent

UNIT IPAL	PARAMETER			SATUAN
	TSS	BOD	COD	
Influen	29.5	636	1300	
Bak Pemisah Minyak dan Lemak	0%	0%	0%	
	29.5	636	1300	
Bak Ekualisasi	0%	0%	0%	
	29.5	636	1300	
Bak Pengendap Awal	50%	30%	30%	
	14.75	445.2	910	
Bak Biofilter Aerobik	65%	95%	85%	mg/L
	5.1625	22.26	136.5	
Bak Adsorpsi Karbon Aktif	80%	80%	80%	
	1.0325	4.452	27.3	
Bak Pengendap Akhir	65%	30%	30%	
	0.361375	3.1164	19.11	
Effluent	0.361375	3.1164	19.11	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

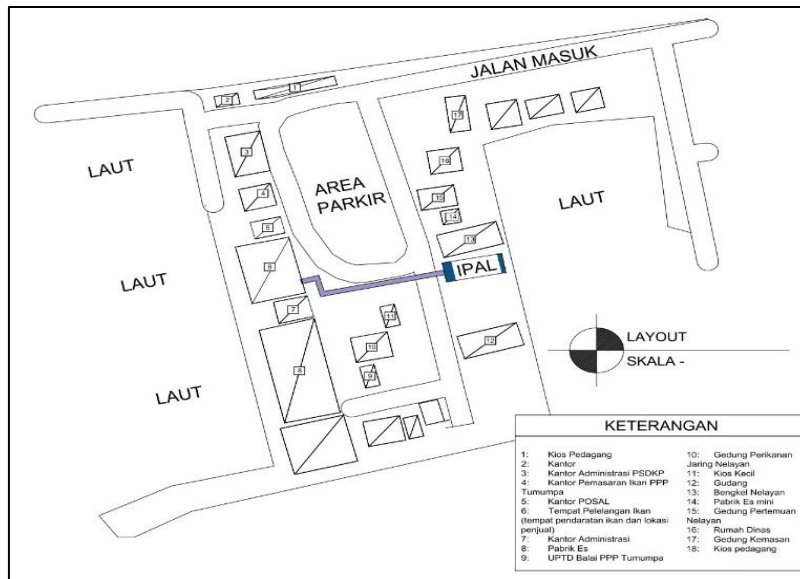


Gambar 3. Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Pencemar

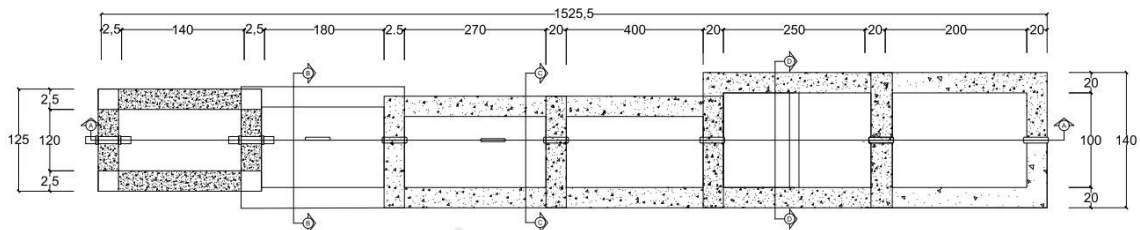
Tabel 3. Rekapitulasi Dimensi Unit Bangunan Perencanaan IPAL

Unit pengolahan	Panjang	Lebar	Kedalaman	Satuan
Bak Pemisah Minyak dan lemak	1.4	1	1	m
Bak Ekualisasi	1.8	1.2	1.5	m
Bak Pengendap Awal	2.7	1.3	1.5	m
Bak Biofilter Aerob	4	2	2	m
Bak Adsorpsi Karbon Aktif	2.5	2	2	m
Bak Pengendap Akhir	2	1	1.5	m

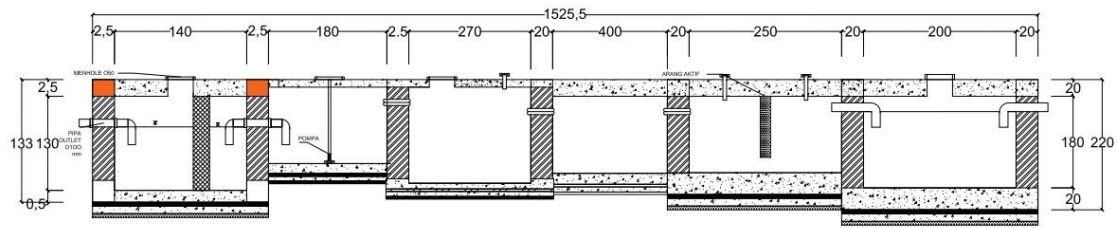
Sumber: Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4. Layout Rencana IPAL



Gambar 5. Tampak Atas IPAL



Gambar 6. Potongan Memanjang IPAL

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari perencanaan IPAL Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tumumpa Kota Manado sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis uji laboratorium menggunakan sampel yang telah diambil pada kondisi eksisting, kualitas air limbah di TPI Tumumpa dari 4 parameter uji, 2 diantaranya telah melebihi baku mutu. Kadar parameter pencemar yang melebihi baku mutu yaitu BOD 636 mg/L dan COD 1300 mg/L. Sedangkan untuk kadar pencemar TSS 29.5 mg/L dan Minyak & Lemak 0.4 mg/L, dimana keduanya masih memenuhi baku mutu.
2. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka IPAL yang direncanakan mampu mengolah dan menampung air limbah yang dihasilkan dari kegiatan/aktivitas di TPI Tumumpa dengan jumlah debit rencana sebesar 26.96 m³/hari, dan dari segi kualitas mampu menghasilkan effluent dengan efisiensi removal pada parameter TSS 0.361375 mg/L, BOD 3.1164 mg/L, dan COD 19.11 mg/L. Sehingga effluent yang dihasilkan dari hasil pengolahan tersebut berada dibawah baku mutu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
3. Teknologi yang diterapkan pada perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tumumpa adalah Biofilter Aerob dan Adsorpsi Karbon Aktif yang terdiri dari 6 unit pengolahan masing-masing bak pemisah minyak dan lemak (grease trap), bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak biofilter aerob, bak adsorpsi karbon aktif, dan bak pengendap akhir. Dengan total kebutuhan luas lahan sebesar 45.59 m², dengan panjang bangunan 14.5 m dan lebar 8.31 m.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada Unit Pelaksana Teknik Daerah (UPTD) Balai Pengelola Pelabuhan Perikanan Pantai Tumumpa yang telah mengizinkan peneliti untuk melakukan penelitian di Pelabuhan Perikanan Pantai Tumumpa.

Referensi

- Audia, H. (2022). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Pasar Induk Lambaro Kabupaten Aceh Besar. Tugas Akhir Fakultas Sains Dan Teknologi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Dien, H. A., Kaparang, J. T., & Bintang, J. (2022). Sanitasi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Pantai Tumumpa Manado. *Jurnal Ilmiah Tatengkorang*, 6(1), 22-29.
- Irnantyanto, M. A. A., Subagiyo, S., & Suryono, S. (2023). Optimasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Kawasan Pelabuhan Perikanan Samudera Nizam Zachman Jakarta. *Journal of Marine Research*, 12(1), 37-43.
- Kaawoan, S. P., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2022). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Langowan Di Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa. *TEKNO*, 20(82), 905-915.
- Kemendes RI, (2011). Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Pengolahan Hasil Perikanan.

- Laksmi, A. P., Setyanintyas, R., & Abadi, T. (2023). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah TPI di Desa puger Wetan Kecamatan Puger. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(1), 34-44.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan. 2018. Buku A Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan. 2018. Buku B Perencanaan Sub Sistem Pengolahan Terpusat.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Profil Balai Pengembangan dan Pembinaan Penangkapan Ikan Provinsi Sulawesi Utara (2014-2019).
- Rahmah, R. (2022). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Ekspor Ikan Tuna (Studi Kasus: PT. Yakin Pasifik Tuna Di Lampulo)* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).