



Desain Rencana Bangunan IPAL Perumahan Sangia Nibandera City

Fathur Rahman Rustan^{a,*}, Retno Puspaningtyas^a, Muhammad Ridwan Guro^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

ARTICLE INFO

Handling Editor – H. Purnama

Keywords:
WWTP, Wastewater, Anaerobic-Aerobic
Biofilter

ABSTRACT

The increase in population is directly proportional to the increase in the housing and settlement sector. This will also increase the consumption of clean water, resulting in an increase in domestic wastewater. Sangia Nibandera City housing discharges grey water directly into the river without any initial treatment, which has the potential to damage the environment. To address this issue, it is necessary to plan the construction of a WWTP before discharging the wastewater into the receiving body of water. This planning aims to determine the dimensions and design of the WWTP building in Sangia Nibandera City Housing. The planning method used in this project is a quantitative approach with a descriptive method that includes the conditions of wastewater disposal and planning land, calculation of wastewater discharge, determination of appropriate treatment technology, and calculation of dimensions and design of wastewater treatment installations. The research results of this wastewater treatment plant planning are planned to use the Anaerobic-Aerobic Biofilter treatment system (wasp nest media filter) with 6 stages of treatment. (a) Fat separator tank, measuring 1,0m x 0,8m x 1,5m with a residence time of 36 minutes, (b) Equalization tank, measuring 2,8m x 1,4m x 2,0m with a residence time of 5 hours. (c) Primary settling tank, measuring 2,2m x 1,2m x 2,0m with a residence time of 3 hours and 24 minutes. (d) Anaerobic tank, measuring 4,05m x 2,02m x 2,0m with a residence time of 10 hours and 36 minutes. (e) Aerobic tank, measuring 3,14m x 1,56m x 2,0m with a residence time of 6 hours and 18 minutes. At the final sedimentation tank, with dimensions of 2,2m x 1,2m x 2,0m and a retention time of 3 hours and 24 minutes, wastewater is produced at a rate of 27,84 m³/day. The total length and width of the tank are 16,44 meters and 2,32 meters, respectively, with a design area of 57,91 m².

Singkatan: P = Panjang; L = Lebar; T = Tinggi; Q = Debit; D = Diameter pipa; IPAL = Instalasi Pengolahan Air Limbah; SNI = Standar Nasional Indonesia; WWTP = Wastewater Treatment Plant.

* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516
E-mail address: ur_mantan@usn.ac.id (F. R. Rustan).

Diajukan, 12 Februari 2024; Diterima dalam bentuk revisi, 20 Maret 2024; Disetujui, 21 Maret 2024;

Terbit secara online, 01 April 2024

XXXX-XXXX/© 2024 Published by USN Scientific Journal Publisher. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah ketentuan Lisensi CC Attribution 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. Pendahuluan

Pertumbuhan pesat pertambahan penduduk perkotaan seringkali tidak didukung oleh infrastruktur air limbah yang memadai, menyebabkan pencemaran lingkungan, ancaman terhadap kesehatan, dan tekanan terhadap sumber daya air. Peningkatan urbanisasi yang relatif cepat telah mengubah pola hidup masyarakat, meningkatkan konsumsi air, dan menghasilkan volume limbah domestik yang signifikan. Peningkatan kebutuhan akan perumahan telah memberikan tantangan baru dalam manajemen air limbah khususnya limbah domestik. Dalam konteks ini, desain perencanaan bangunan instalasi air limbah di perumahan menjadi esensial untuk mengatasi dampak negatif tersebut.

Dalam beberapa dekade terakhir, keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat menjadi sorotan utama, dengan kebutuhan mendesak untuk merancang, kompleksitas masalah dan pentingnya pendekatan yang holistik untuk merencanakan dan mendesain instalasi air limbah di perumahan yang efisien dan berkelanjutan. Keberhasilan desain perencanaan bangunan instalasi air limbah di perumahan juga terkait erat dengan perkembangan teknologi pengolahan air. Teknologi yang semakin canggih memungkinkan penciptaan sistem yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan ekonomis. Pemilihan teknologi yang tepat sangat penting, apakah itu melibatkan sistem pengolahan anaerobik, aerobik, atau kombinasi keduanya. Keberlanjutan teknologi juga menjadi kunci, dengan fokus pada pengurangan energi, limbah, dan kebutuhan bahan kimia.

Studi yang telah dilakukan oleh Gupta, et al. (2021) tentang “*Best Practices in Residential Wastewater Treatment*” memberikan wawasan tentang strategi yang efektif dalam pentingnya pemilihan lokasi yang tepat, pemeliharaan berkala, dan peran aktif pemerintah dalam mendukung keberlanjutan bangunan IPAL. Desain perencanaan bangunan instalasi air limbah di perumahan harus proaktif terhadap perubahan masa depan. Faktor seperti pertumbuhan populasi, perkembangan teknologi, dan perubahan iklim harus diintegrasikan dalam perencanaan jangka panjang. Fleksibilitas dan adaptabilitas desain juga menjadi penting untuk mengakomodasi perkembangan dan perubahan dalam kebutuhan masyarakat.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2021) jumlah penduduk di Kabupaten Kolaka pada berjumlah 241.366 jiwa. Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, maka kebutuhan akan perumahan juga semakin meningkat hal ini akan berdampak terhadap meningkatnya konsumsi pemakaian air bersih yang berdampak pada peningkatan jumlah air limbah.

Sangia Nibandera City merupakan salah satu kawasan hunian perumahan yang di gagas Pemerintah Kabupaten Kolaka melalui Dinas PUPR. Perumahan yang mengusung konsep cluster tersebut, berada di Desa Tikonu Kecamatan Wundulako, dan di peruntukan bagi PNS maupun masyarakat berpenghasilan rendah (MBR). Tersedia 58 unit rumah dengan tipe 36 dengan luas lahan tiap unitnya 150 m². Berdasarkan pengamatan, jenis air limbah yang dihasilkan oleh penduduk Perumahan Sangia Nibandera City berupa *grey water* dan *black water*. Air limbah dengan jenis *black water* dihasilkan dari kegiatan MCK umumnya ditampung dalam tangki septik, sedangkan air limbah dengan jenis *grey water* dihasilkan dari kegiatan mandi dan cuci, langsung di alirkan ke drainase menuju badan sungai irigasi sehingga tidak melalui tahap pengolahan terlebih dahulu. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan melebihi kemampuan alam untuk menerimanya, maka dapat terjadi kerusakan lingkungan.

Dari uraian yang telah disebutkan di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendesain rencana bangunan IPAL yang berfungsi menurunkan konsentrasi zat-zat pencemar sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan air penerima di Perumahan Sangia Nibandera City. Desain perencanaan bangunan IPAL ini, mencerminkan tantangan kompleks yang dihadapi oleh masyarakat perkotaan. Dengan merangkul pendekatan holistik yang melibatkan teknologi canggih, kepatuhan terhadap regulasi, keterlibatan masyarakat, dan pembelajaran dari pengalaman, instalasi air limbah dapat dirancang untuk memberikan manfaat maksimal bagi kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Pemahaman mendalam terhadap konteks lokal, tantangan, dan peluang adalah kunci keberhasilan dalam menciptakan solusi yang efektif dan berkelanjutan.

2. Metode

2.1. Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data dilakukan kegiatan mengumpulkan data yang diperlukan berupa data primer maupun data sekunder.

- Data primer diambil berupa kondisi eksisting pembuangan air limbah perumahan Sangia Nibandera City dan kondisi lahan perencanaan IPAL.
- Data sekunder meliputi: studi pustaka, peta wilayah studi, siteplan perumahan, baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik.

2.2. Perhitungan Desain Rencana

Desain rencana bangunan IPAL meliputi beberapa hal diantaranya:

- Perhitungan debit air limbah yang dihasilkan penduduk perumahan Sangia Nibandera City berdasarkan SNI.
- Penetapan dan membandingkan dengan baku mutu air limbah yang berlaku.
- Penetapan unit pengolahan dan kriteria desain sesuai dengan Ditjen Cipta Karya 1996, dan SNI-037065-2005 kebutuhan air menurut tipe bangunan;
- Perhitungan unit IPAL yang digunakan sebagai pengolahan air limbah domestik; dan pengolahan kombinasi kolam sanitasi.

e. Gambar desain unit IPAL.

2.3. Perhitungan Unit IPAL yang digunakan

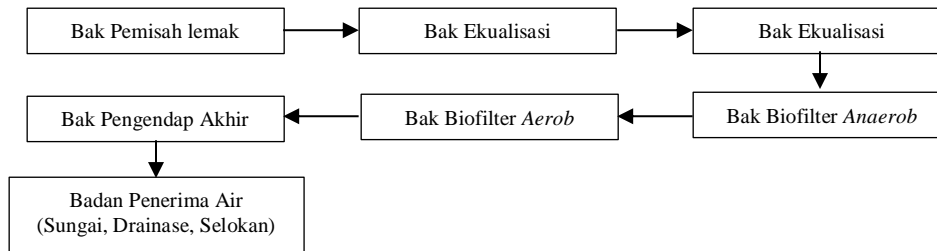
a. Debit air limbah yang dihasilkan sangat tergantung pada jumlah penduduk dan kebutuhan air yang digunakan mengingat aktivitas harian pada suatu kawasan perumahan akan sangat bergantung pada sosial budaya maupun tingkat ekonomi dari penghuninya. Standar kebutuhan air bersih mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan sistem plumbing. Kebutuhan air dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1
Standar kebutuhan air bersih

No.	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1.	Rumah tinggal	120	Liter/org/hari
2.	Rumah susun	100	Liter/org/hari
3.	Asrama	120	Liter/org/hari
4.	Rumah sakit	500	Liter/tempat tidur/hari
5.	Sekolah dasar	40	Liter/siswa/hari
6.	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7.	SMU/SMK dan sederajat	80	Liter/siswahari
8.	Ruko/rukan	100	Liter/pegawai/hari
9.	Kantor/pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10.	Toserba/toko pengecer	5	Liter/m ²
11.	Restoran	15	Liter/kursi
12.	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13.	Hotel melati/penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14.	Gd. Pertunjukan, bioskop	10	Liter/kursi
15.	Gd. Serbaguna	25	Liter/kursi
16.	Stasiun Terminal	3	Liter/penumpang
17.	Peribadatan	5	Liter/org

b. Prinsip Kerja IPAL Biofilter Anaerob – Aerob

Prinsip kerja dari instalasi pengolahan air limbah proses gabungan biofilter *Anaerob-Aerob* dapat dilihat secara singkat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter Anaerob-Aerob.

c. Perhitungan fluktasi air buangan, perlu memperhatikan hal berikut sebagai tujuan perencanaan pengolahan air buangan:

- Luas daerah;
- Jumlah penduduk;
- Debit rata-rata air limbah (Q_{ave}) = Jumlah penduduk x $Q_{air\ bersih}$ x 80%
- Debit air limbah puncak (Q_{peak}) = f_{peak} x Q_{ave}
- Luas penampang pipa (A_{pipa}) = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{Q_{peak}}{v}$

d. Rencana unit-unit IPAL anantara lain yaitu:

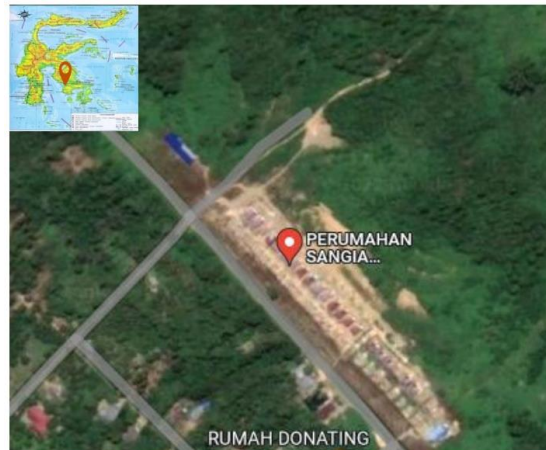
- Bak pemisah lemak.
- Bak ekualisasi.
- Bak pengendapan awal.
- Bak biofilter *anaerob*.
- Bak biofilter *aerob*.
- Bak pengendapan akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

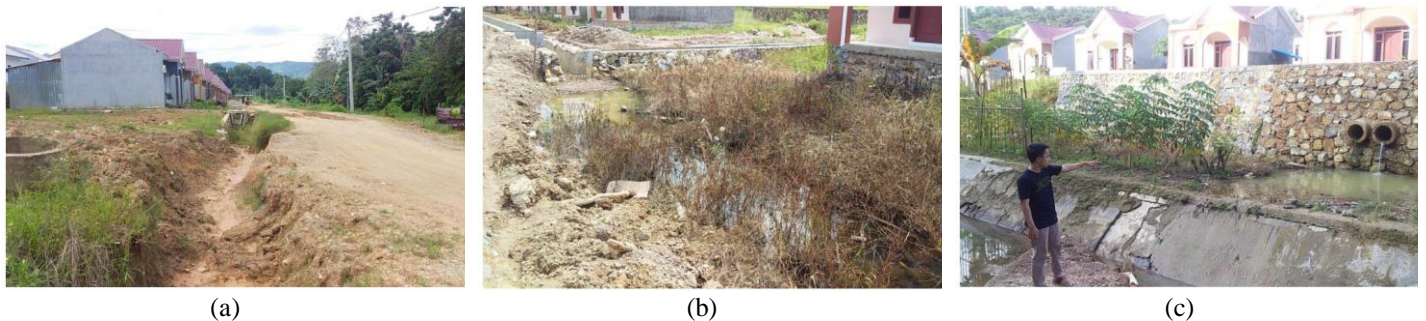
3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di kawasan perumahan Sangia Nibandera City, Desa Tikonu, Kecamatan Wundulako, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geografis perumahan Sangia Nibandera City terletak antara 4°06'47,8" LS, dan 121°41'06,8" LT yang terletak di bagian Timur kabupaten Kolaka ditunjukkan pada Gambar 2. Luas wilayah perumahan ini yaitu 30 Ha. Secara administratif, wilayah perumahan Sangia Nibandera City berbatasan dengan:

- Sebelah Utara : Kecamatan Lalolae, Kolaka Timur,
- Sebelah Selatan : Kelurahan Silea,
- Sebelah Timur : Kelurahan Silea,
- Sebelah Barat : Kelurahan Kowioha.



Gambar 2. Lokasi Penelitian Perumahan Sangia Nibandera City



Gambar 3. (a) Kondisi Pembuangan Air Limbah *Grey Water*, (b) Kondisi Sekitar Area Perumahan Sangia Nibandera City, (c) Kondisi eksisting sistem pembuangan air limbah di Perumahan Sangia Nibandera City

Pada Gambar 3, ditampilkan kondisi eksisting sistem pembuangan air limbah yang ada di kawasan perumahan Sangia Nibandera City, Desa Tikonu, Kecamatan Wundulako, Kabupaten Kolaka.

3.2. Desain rencana Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik

a. Debit air limbah

Debit air limbah dapat ditentukan dari jumlah penduduk dan kebutuhan air yang digunakan di perumahan Sangia Nibandera City. Perhitungan debit air limbah dilakukan menggunakan asumsi bahwa 80% dari kebutuhan air bersih akan menjadi air limbah.

- Jumlah Rumah = 58 unit (Eksisting)
- Jumlah Penduduk = 58 x 5 Orang (asumsi 1 unit dihuni 5 orang)
= 290 jiwa
- Q air bersih = 120 liter/orang/hari
- Koefisien jam puncak = 1,6
- Debit Rata-rata Air Limbah (Q_{ave}) = Jumlah Penduduk x 120 liter/orang/hari x 80 %
= 290 Jiwa x 120 liter/orang/hari x 0,80
= 27840 liter/hari

$$\begin{aligned}
 &= 27,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 1,16 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0,00032 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Puncak (} Q_{\text{peak}} \text{)} &= f_{\text{peak}} \times Q_{\text{ave}} \\
 &= 1,6 \times 0,00032 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,000512 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b. Luas Penampang Pipa dalam IPAL

Perhitungan luas penampang pipa saluran (A) dari rencana pengaliran air limbah pada pipa yaitu 1,0 m/s. Standar kecepatan aliran dalam pipa adalah 0,3 – 3,0 m/s.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang pipa saluran (} A_{\text{pipa}} \text{)} &= \frac{Q_{\text{peak}}}{v} \\
 &= \frac{0,000512 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,0 \text{ m/detik}} \\
 &= 0,000512 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

▪ Diameter luas penampang :

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pipa}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 0,000512 \text{ m}^2 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \\
 D^2 &= \frac{(0,000512 \text{ m}^2 \times 4)}{3,14} \\
 D &= \sqrt{0,0006523} \\
 D &= 0,025 \text{ m} = 0,985 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

Jadi diameter pipa yang digunakan adalah 0,985 inch (direncanakan menggunakan pipa PVC 6 inch).

c. Dimensi Bak Pemisah Lemak (*Grease Trap*)

Perhitungan dimensi bak pemisah lemak sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal (rt)} &= 0,5 - 2,0 \text{ jam (Metcalf dan Eddy, 2014)} \\
 \text{Debit limbah (Q)} &= 27,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume bak (V)} &= \frac{0,5}{24 \text{ jam}} \times 27,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,58 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas permukaan bak pemisah lemak (A)} &= \text{Volume bak yang diperlukan (m}^3\text{) / kedalaman (h)} \\
 &= 0,58 \text{ m}^3 / 1,0 \text{ m (direncanakan h = 1,0 m)} \\
 &= 0,58 \text{ m}^2 \\
 \text{Dimensi bak :} & \\
 \text{Lebar (L)} &= (0,58 \text{ m}^2 / 2)^{0,5} \\
 &= 0,53 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m (di tetapkan)} \\
 \text{Panjang (P)} &= 0,58 \text{ m}^2 / 0,53 \text{ m} \\
 &= 1,03 \text{ m} \approx 1,0 \text{ m (ditetapkan)} \\
 \text{Kedalaman Air} &= 1,0 \text{ m} \\
 \text{Ruang Bebas} &= 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Check :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal rata-rata (T)} &= \frac{1,0 \times 0,8 \times 1,0}{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\
 &= 0,6 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

d. Dimensi Bak Ekualisasi

Untuk mendapatkan dimensi bak ekualisasi dengan cara yang sama pada perhitungan dimensi bak pemisah lemak diperoleh data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal (rt)} &= 5,0 - 10,0 \text{ jam (Said dkk., 2011)} \\
 \text{Debit limbah (Q)} &= 27,84 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Volume bak (V) $= \frac{5,0}{24 \text{ jam}} \times 27,84 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 5,8 \text{ m}^3$
- Luas permukaan bak pemisah lemak (A) = Volume bak yang diperlukan (m^3) / kedalaman (h)
 $= 5,8 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m}$ (direncanakan h = 1,5 m)
 $= 3,86 \text{ m}^2$
- Dimensi bak :
 Lebar (L) $= (3,86 \text{ m}^2 / 2)^{0,5}$
 $= 1,38 \text{ m} \approx 1,4 \text{ m}$ (di tetapkan)
- Panjang (P) $= 3,86 \text{ m}^2 / 1,38 \text{ m}$
 $= 2,79 \text{ m} \approx 2,8 \text{ m}$ (ditetapkan)
- Kedalaman Air $= 1,5 \text{ m}$
- Ruang Bebas $= 0,5 \text{ m}$

Check :

- Waktu tinggal rata-rata (T) $= \frac{2,8 \times 1,4 \times 1,5}{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam}/\text{hari}$
 $= 5,0 \text{ jam}$

e. Dimensi Bak Pengendap Awal

Dengan cara yang sama pada perhitungan sebelumnya, dimensi bak pengendap awal diperoleh data sebagai berikut :

- Waktu tinggal (rt) $= 3,0 - 5,0 \text{ jam}$ (Said dkk., 2011)
- Debit limbah (Q) $= 27,84 \text{ m}^3/\text{hari}$
- BOD masuk rata-rata $= 353,5 \text{ mg/L}$
- BOD keluar $= 265,1 \text{ mg/L}$
- Efisiensi $= 25\%$ (Said, 2017)
- Beban permukaan $= 20 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$ (JWWA)
- Tinggi ruang bebas $= 40 - 60 \text{ cm}$ (Gesuidou Kougaku Enshu, 1988)
- Volume bak (V) $= \frac{3,0}{24 \text{ jam}} \times 27,84 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 3,48 \text{ m}^3$
- Luas permukaan bak pemisah lemak (A) = Volume bak yang diperlukan (m^3) / kedalaman (h)
 $= 3,48 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m}$ (direncanakan h = 1,5 m)
 $= 2,32 \text{ m}^2$
- Dimensi bak :
 Lebar (L) $= (2,32 \text{ m}^2 / 2)^{0,5}$
 $= 1,07 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}$ (di tetapkan)
- Panjang (P) $= 2,32 \text{ m}^2 / 1,07 \text{ m}$
 $= 2,16 \text{ m} \approx 2,2 \text{ m}$ (ditetapkan)
- Beban permukaan $= \frac{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}}{2,32 \text{ m}^2}$
 $= 12,00 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$
- Kedalaman Air $= 1,5 \text{ m}$
- Ruang Bebas $= 0,5 \text{ m}$

Check :

- Waktu tinggal rata-rata (T) $= \frac{2,2 \times 1,2 \times 1,5}{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam}/\text{hari}$
 $= 3,4 \text{ jam}$

f. Perhitungan Dimensi Bak *Anaerob*

Dengan cara yang sama pada perhitungan sebelumnya, dimensi bak *anaerob* diperoleh data sebagai berikut :

- Debit limbah (Q) = 27,84 m³/hari
- BOD masuk = 265,1 mg/L
- BOD keluar = 106,04 mg/L
- Efisiensi = 60% (Said, 2017)
- Beban BOD = 1,0 kg/m³
- Total beban BOD = Debit limbah x BOD masuk
= 27,84 m³/hari x 265,1 mg/L
= 7380,38 mg/L
= 7,38 kg/hari
- Volume media = $\frac{\text{Total beban BOD}}{\text{BOD standar}} = 7,38 \text{ m}^3$
- Volume reaktor = $\frac{100}{60} \times 7,38 \text{ m}^3 = 12,3 \text{ m}^3$
- Waktu tinggal reaktor = $\frac{\text{Volume Reaktor}}{\text{Debit Limbah}} \times 24 \text{ jam} = 10,6 \text{ jam}$
- Luas permukaan bak pemisah lemak (A) = Volume bak yang diperlukan (m³) / kedalaman (h)
= 12,3 m³ / 1,5 m (direncanakan h = 1,5 m)
= 8,2 m²
- Dimensi bak :
Lebar (L) = (8,2 m² / 2)^{0,5}
= 2,02 m (di tetapkan)
Panjang (P) = 8,2 m² / 2,02 m
= 4,05 m (ditetapkan)
Kedalaman Air = 1,5 m
Ruang Bebas = 0,5 m

g. Perhitungan Dimensi Bak *Aerob*

Dengan cara yang sama pada perhitungan sebelumnya, dimensi bak *aerob* diperoleh data sebagai berikut :

- Debit limbah (Q) = 27,84 m³/hari
- BOD masuk = 106,04 mg/L
- BOD keluar = 26,51 mg/L
- Efisiensi = 75% (Said, 2017)
- Beban BOD didalam limbah = Debit limbah x BOD masuk
= 27,84 m³/hari x 106,04 mg/L
= 2952,15 mg/L
= 2,95 kg/hari
- Jumlah BOD yang dihilangkan = Efisiensi x jumlah beban BOD
= 75 % x 2,95 kg/hari
= 2,212 kg/hari
- Volume media = $\frac{\text{Beban BOD Air Limbah}}{\text{BOD Standar}} = 2,95 \text{ m}^3$
- Volume reaktor = $\frac{100}{40} \times 2,95 \text{ m}^3 = 7,375 \text{ m}^3$
- Waktu tinggal reaktor = $\frac{\text{Volume Reaktor}}{\text{Debit Limbah}} \times 24 \text{ jam} = 6,3 \text{ jam}$
- Luas permukaan bak pemisah lemak (A) = Volume bak yang diperlukan (m³) / kedalaman (h)
= 7,375 m³ / 1,5 m (direncanakan h = 1,5 m)
= 4,91 m²

- Dimensi bak :
 - Lebar (L) = $(4,91 \text{ m}^2/2)^{0,5}$
 - = 1,56 m (di tetapkan)
 - Panjang (P) = $4,91 \text{ m}^2 / 1,56 \text{ m}$
 - = 3,14 m (ditetapkan)
 - Kedalaman Air = 1,5 m
 - Ruang Bebas = 0,5 m

h. Dimensi Bak Pengendap Akhir

Dengan cara yang sama pada perhitungan sebelumnya, dimensi bak pengendap akhir diperoleh data sebagai berikut :

- Waktu tinggal (rt) = 2,0 – 5,0 jam (Said dkk., 2011)
- Debit limbah (Q) = 27,84 m³/hari
- BOD masuk rata-rata = 26,51 mg/L
- BOD keluar = 22,53 mg/L
- Efisiensi = 15% (Said, 2017)
- Volume bak (V) = $\frac{3,0}{24 \text{ jam}} \times 27,84 \text{ m}^3/\text{hari}$
- = 3,48 m³
- Luas permukaan bak pemisah lemak (A) = Volume bak yang diperlukan (m³) / kedalaman (h)
- = 3,48 m³ / 1,5 m (direncanakan h = 1,5 m)
- = 2,32 m²
- Dimensi bak :
 - Lebar (L) = $(2,32 \text{ m}^2/2)^{0,5}$
 - = 1,07 m ≈ 1,2 m (di tetapkan)
 - Panjang (P) = $2,32 \text{ m}^2 / 1,07 \text{ m}$
 - = 2,16 m ≈ 2,2 m (ditetapkan)
- Beban permukaan = $\frac{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}}{2,32 \text{ m}^2}$
- = 12,00 m³/m².hari
- Kedalaman Air = 1,5 m
- Ruang Bebas = 0,5 m
- Waktu tinggal rata-rata (T) = $\frac{2,2 \times 1,2 \times 1,5}{27,84 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam}/\text{hari}$
- = 3,4 jam

3.3. Rekapitulasi desain rencana bangunan IPAL

Untuk memudahkan dalam analisa hasil perancangan dari perhitungan desain yang telah didapat maka jumlah waktu detensi air limbah dan dimensi dari masing-masing bak IPAL di Perumahan Sangia Nibandera City sebagai berikut:

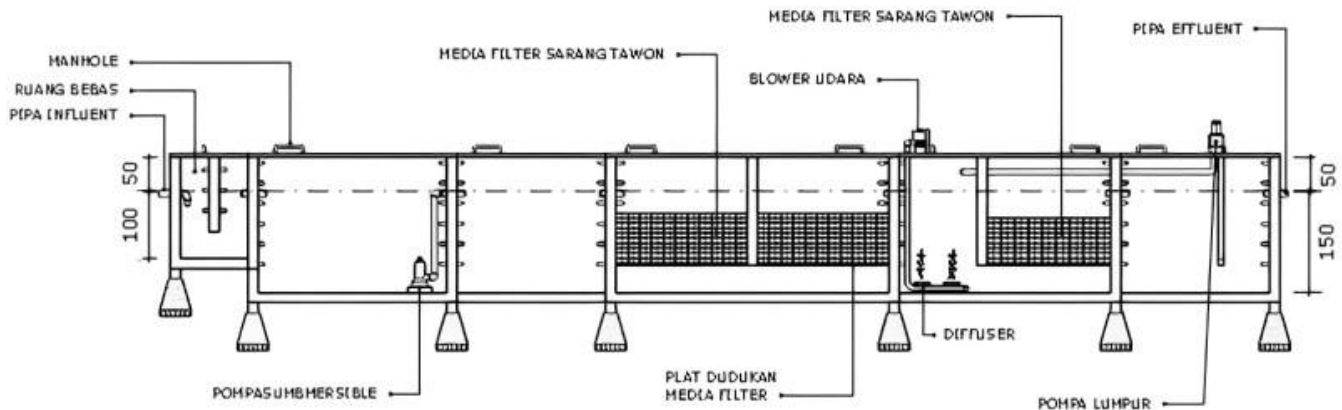
Tabel 2

Rekapitulasi rencana desain bangunan IPAL Perumahan Sangia Nibandera City

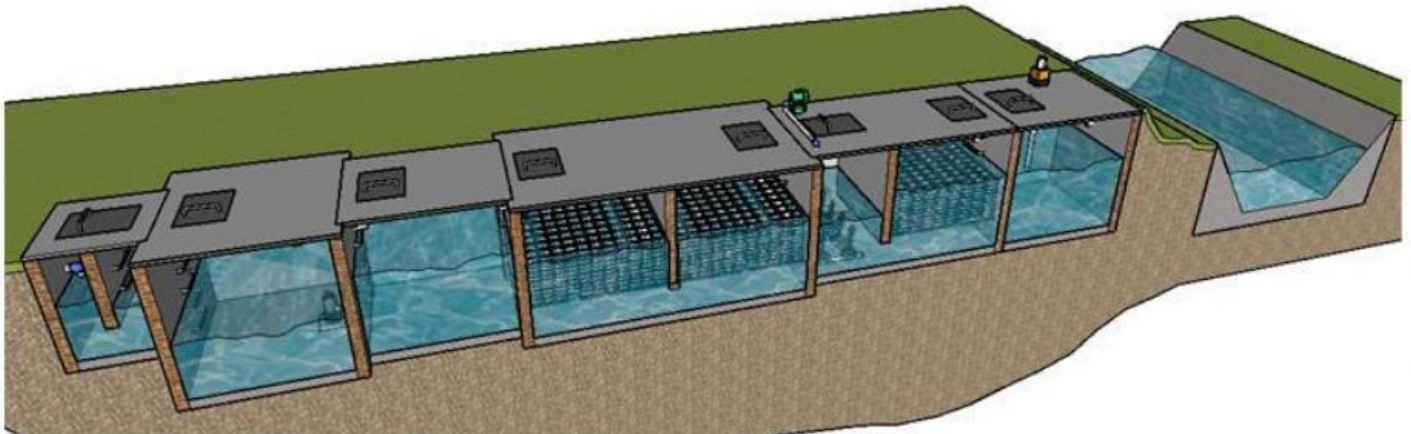
No.	Unit IPAL	Dimensi Bangunan			Waktu Tinggal (t)
		P (m)	L (m)	T (m)	
1.	Bak Pemisah Lemak	1,00	0,80	1,50	00 Hari 00 jam 36 menit
2.	Bak Ekualisasi	2,80	1,40	2,00	00 Hari 05 jam 00 menit
3.	Bak Pengendap Awal	2,20	1,20	2,00	00 Hari 03 Jam 24 Menit
4.	Bak Anaerob	4,05	2,02	2,00	00 Hari 10 Jam 36 Menit
5.	Bak Aerob	3,14	1,56	2,00	00 Hari 06 Jam 18 Menit
6.	Bak Pengendap Akhir	2,20	1,20	2,00	00 Hari 03 Jam 24 Menit
T o t a l					01 Hari 05 Jam 18 Menit

- a. Panjang total IPAL = Panjang bak tiap kompartemen IPAL + (tebal beton x jumlah sekat dinding)
 = 1 m + 2,8 m + 2,2 m + 4,05 m + 3,14 m + 2,2 m + (0,15 m x 7)
 = 16,44 meter
- b. Lebar total IPAL = Lebar + (tebal beton x 2)
 = 2,02 + (0,15 x 2)
 = 2,32 meter
- c. Luas total lahan = (Panjang Total + 1 m) x (lebar total + 1 m)
 = (16,44 m + 1 m) x (2,32 m + 1 m)
 = 57,91 m²

Dari hasil perhitungan, kemudian bangunan IPAL Perumahan Sangia Nibandera City disajikan dalam gambar perencanaan secara lengkap ditunjukkan Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Potongan Bangunan IPAL Perumahan Sangia Nibandera City



Gambar 5. Perspektif 3D Bangunan IPAL Perumahan Sangia Nibandera City

3.4. Pembahasan

Dari hasil perhitungan dalam perencanaan bangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Perumahan Sangia Nibandera City diperoleh ukuran dan bentuk bangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Perumahan Sangia Nibandera City yang direncanakan dengan 6 tahap pengolahan yakni, (a) Bak pemisah lemak diperoleh dimensi 1,0 m x 0,8 m x 1,5 m dengan waktu tinggal 36 menit, (b) Bak ekualisasi diperoleh dimensi 2,8 m x 1,4 m x 2,0 m dengan waktu tinggal 5 jam, (c) Bak pengendap awal diperoleh dimensi 2,2 m x 1,2 m x 2,0 m dengan waktu tinggal 3 jam 24 menit, (d) Bak anaerob diperoleh dimensi 4,05 m x 2,02 m x 2,0 m dengan waktu tinggal 10 jam 36 menit, (e) Bak aerob diperoleh dimensi 3,14 m x 1,56 m x 2,0 m dengan waktu tinggal 6 jam 18 menit, dan (f) Bak pengendap akhir diperoleh dimensi 2,2 m x 1,2 m x 2,0 m dengan waktu tinggal 3 jam 24 menit.

Bangunan IPAL ini direncanakan menggunakan sistem pengolahan Biofilter Anaerob Aerob dengan media filter sarang tawon. Dari hasil perhitungan dimensi didapatkan bangunan IPAL dengan panjang total 16,44 meter dan lebar total 2,32 meter serta luas lahan perancangan sebesar 57,91 m² dengan debit air limbah yang dihasilkan sebesar 27,84 m³/hari.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan bangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Perumahan Sangia Nibandera City dapat disimpulkan sebagai berikut (a) Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Perumahan Sangia Nibandera City direncanakan dengan 6 tahap pengolahan yakni, bak pemisah lemak, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak anaerob, bak aerob, dan bak pengendap akhir. Bangunan IPAL menggunakan sistem pengolahan Biofilter Anaerob Aerob dengan media filter sarang tawon. Dari hasil perhitungan dimensi didapatkan bangunan IPAL dengan panjang total 16,44 meter dan lebar total 2,32 meter serta luas lahan perancangan sebesar 57,91 m² dengan debit air limbah yang dihasilkan sebesar 27,84 m³/hari.

5. Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk mempertimbangkan beberapa hal seperti:

- a. Diperlukan adanya pengujian laboratorium untuk mengukur kandungan kualitas air limbah seperti pH, BOD, COD dan TSS.
- b. Dalam pengoperasian bangunan IPAL ini perlu dibentuk suatu organisasi atau petugas yang bertugas untuk memelihara sistem ini.

Referensi

- A. Budiartma. (2019). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Terpusat Di Universitas Brawijaya*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT). (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Industri*. Jakarta: Pusat Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan..
- Badan Pusat Statistik. (2021). Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin di Provinsi Sulawesi Tenggara. Kolaka: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka.
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan.
- Kementerian PUPR. (2016). *Pedoman Penyusunan Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- M A. Saputro. (2020). *Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Grey Water Dengan Metode Anaerob-Aerob Biofilter Di Perumahan Wahana Cikarang*. Skripsi. Bekasi: Universitas Pelita Bangsa.
- M. Belladonna, & H. N. Yanto. (2014). Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik Terpadu pada Kawasan Kampung Nelayan di Kota Bengkulu. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 6(1).
- M. F. Natsir, A. A. Liani, & A. D. Fahsa. (2021). Analisis Kualitas BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Domestik (Grey Water) Pada Rumah Tangga Di Kabupaten Maros. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(1).
- Metcalf & Eddy, Inc., G. Tchobanoglous, H. Stensel, R. Tsuchihashi, & F. Burton. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th Edition*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- N. I. Said. (2011). *Pengelolaan Limbah Domestik*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- N. I. Said. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- P. R. Wulandari. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju Sumatera Selatan). *Jurnal teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 499.
- SNI 03-7065-2005. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- S. Gupta, Y. Mittal, R. Panja, K. B. Prajapati, & A. K. Yadav. (2021). *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering "Strategic Perspectives in Solid Waste and Wastewater Management"*. Chapter 3: Conventional Wastewater Treatment Technologies. Elsevier B. V.
- S. Yudo, & N. I. Said. (2018). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta, Studi Kasus: Pemasangan Stasiun Online Monitoring Kualitas Air di Segmen Kelapa Dua – Masjid Istiqlal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 13-22.
- W. K. E. Y. Atmaja. (2013). Studi Pengaruh Variasi Debit Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Domestik Black Water Menggunakan Reaktor UASB (Studi Kasus: Kelurahan Gabahan, Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-9.