

Analisis pengelolaan air limbah domestik

Bimo Putro Rahdianto^a, Rizka Arbaningrum^a

^a *Departement of Civil Engineering, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia*

Corresponding Author*:

Email:

rizka.arbaningrum@upj.ac.id

Keywords:

Domestic Wastewater, Water Treatment, STP

Received :

Revised :

Accepted :

Abstract: *A sewage treatment plant (STP) functions to treat household, community, and industrial waste, which has been known for a long time. Most of the STPs are permanently installed. Usually, the wastewater first flows through the biological treatment stage and then ends at the retreatment stage. XYZ University is one of the universities in South Tangerang. Currently, the STP of XYZ University needs to be operating optimally. This research function is to design the STP for tower A Universitas XYZ to meet the Minister of Environment Regulation No. 68 2016 requirements regarding the quality standards of domestic wastewater. Domestic liquid waste generated by Tower A, XYZ University, is 234,576 m³/day. To manage the waste, an aerobic, anaerobic wastewater treatment plant is planned, which consists of equalization, pre-settling tanks, anaerobic tanks, aerobic tanks equipped with filter media, and final settling tanks. From the STP management, it is estimated that the quality of domestic wastewater will be BOD₅ 5,515 mg/l, COD 17,136 mg/l, and TSS 0.648 mg/l.*

Copyright © 2024 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Air merupakan elemen yang sangat penting untuk kehidupan makhluk hidup di bumi baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk membantu metabolisme yang ada di dalam tubuh. Fungsi air juga merupakan zat yang sangat dibutuhkan untuk menjalankan aktifitasnya sehari-hari tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air (Dwiyono, 2016, p. 1). Pesatnya perkembangan era industrialisasi dan aktivitas manusia menyebabkan penggunaan air yang berlebihan. Hal ini menurunkan kualitas air bersih, ditambah dengan banyaknya limbah yang mencemari sumber air. Air limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia antara lain berupa limbah industri yang dihasilkan dari segala aktifitas industri dan limbah rumah tangga yang dihasilkan dari segala aktifitas rumah tangga.

Pelaksanaan pembangunan pada saat ini harus mempunyai wawasan lingkungan hidup, tidak terlepas dari adanya tindak lanjut sarana dan prasarana pengolahan lingkungan. Dampak negatif pada umum nya terjadi karena limbah padat dan cair yang dapat mengganggu kegiatan operasional, namun jika pengolahan kurang baik dan air tercemar oleh limbah akan mencemari lingkungan sekitar (Ahmad, 2012, p. 1).

Universitas XYZ merupakan salah satu perguruan tinggi di Indonesia. Universitas XYZ memiliki 2 gedung yaitu Gedung A dan Gedung B. Gedung B terdiri dari 8 lantai dan telah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Pengolahan air limbah di Gedung B menggunakan sistem anaerob. Selama ini pengolahan limbah di gedung B cukup baik. Berbeda dengan kondisi yang terjadi di Gedung A. Pada Gedung A Universitas XYZ memiliki IPAL yang digabung bersama IPAL gedung B, jika tidak segera dianalisis dan direncanakan maka limbah yang berasal dari Gedung A dan gedung B dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu diperlukan analisis pengelolaan air limbah domestik di Gedung A Universitas XYZ.

IPAL berfungsi untuk mengolah limbah rumah tangga, komunitas dan industri telah dikenal sejak lama. Sebagian besar IPAL dipasang secara permanen biasanya air limbah pertama-tama mengalir melalui tahap kemudian tahap *biological treatment* (pengolahan biologis) dan berakhir pada tahap *retreatment*. Dengan menggunakan IPAL aerob dan anaerob diharapkan sungai dan lingkungan di sekitar Universitas XYZ terbebas dari pencemaran air limbah kususnya domestik.

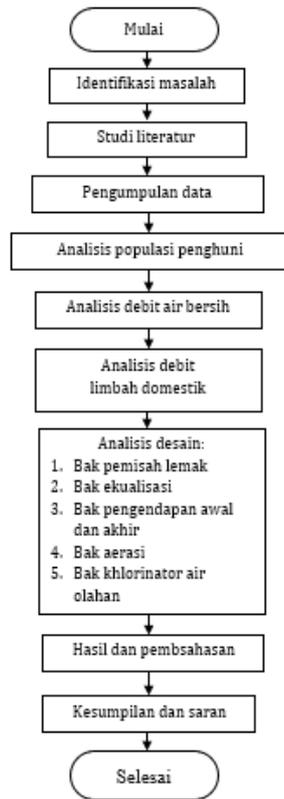
2. DATA DAN METODE

2.1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung di Gedung A Universitas XYZ. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari debit air kotor, lokasi gedung. Debit air kotor diperoleh dari perhitungan dan lokasi gedung diperoleh dengan survey lokasi. Data sekunder terdiri dari data kondisi bangunan di lapangan, populasi pengguna bangunan, dan pembacaan meteran air. Data kondisi bangunan serta pembacaan meteran didapatkan dengan pengambilan data dengan pihak bagian umum Universitas XYZ, dan untuk data populasi didapatkan dengan pengambilan data dengan pihak Biro pendidikan dan HRD Universitas XYZ.

2.2. Metode pelaksanaan

Dalam identifikasi masalah, langkah pertama yang harus dilakukan adalah merumuskan masalah yang ada. Rumusan masalah menjadi sangat penting karena akan membantu dalam mengarahkan langkah-langkah penelitian selanjutnya. Setelah merumuskan masalah, hal lain yang perlu ditentukan adalah tujuan, batasan dan asumsi dalam penelitian dengan tujuan agar dapat menjalankan model dengan benar. Setelah mendapatkan identifikasi masalah yang jelas dan rinci, langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur. Studi pustaka penting untuk dilakukan untuk menganalisis data. Proses observasi ini peneliti dapat mengamati kondisi di lapangan untuk menunjang hasil penelitian. Pada observasi ini peneliti meninjau kondisi lapangan untuk memperkirakan luas dan keadaan lingkungan. Ketika semua data telah terkumpul langkah selanjutnya adalah menghitung menghitung jumlah penghuni gedung dengan menggunakan data yang telah diberikan pihak Biro Pendidikan serta HRD Universitas XYZ. Selanjutnya menghitung debit air bersih dengan menggunakan data yang telah diberikan oleh pihak bagian umum Universitas XYZ. Debit air bersih dapat digunakan untuk mencari debit air kotor atau limbah domestik pada objek penelitian. Limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari di rumah tangga, seperti sisa air mandi, mencuci, dan memasak, serta limbah dari kantor atau tempat komersial. Limbah ini biasanya berupa limbah cair yang mengandung bahan organik dan kimia. Nilai debit air buangan atau limbah domestik ini digunakan untuk perhitungan bak pada IPAL (Bak Pemisah Lemak, Bak Ekualisasi, Bak Pengendap Awal, Bak Anaerob, Bak Aerob, Bak Pengendap Akhir). Setelah mendapatkan semua ukuran bak yang diperlukan. Tahap selanjutnya adalah mendesain IPAL dengan menggunakan aplikasi AutoCAD. Tahap terakhir adalah kesimpulan dan saran. Adapun bagan alir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Populasi total pengguna gedung

Jumlah penghuni, penulis menggunakan data yang telah didapatkan dengan wawancara langsung dengan pihak pengelola gedung. Tabel 1 merupakan data jumlah penghuni

Tabel 1. Pemakaian air bersih gedung

Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
Karyawan	69	Orang
Dosen	83	Orang
Mahasiswa	2314	Orang
Total	2466	Orang

3.2. Analisis debit air limbah domestik

Volume air buangan penghuni didapat dari debit total pemakaian air bersih penghuni dikalikan dengan 80%. Berikut perhitungan untuk mengetahui volume debit air limbah domestik:

$$\begin{aligned}
 a &= Q_t \times 80\% \\
 &= 11.3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\
 &= 9.04 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai debit air limbah domestik perhari sebesar 9.04 m³/hari atau 0.377 m³/jam atau 0.00628 m³/menit.

3.3. Volume bak pemisah lemak

Di dalam bak pemisah lemak direncanakan:

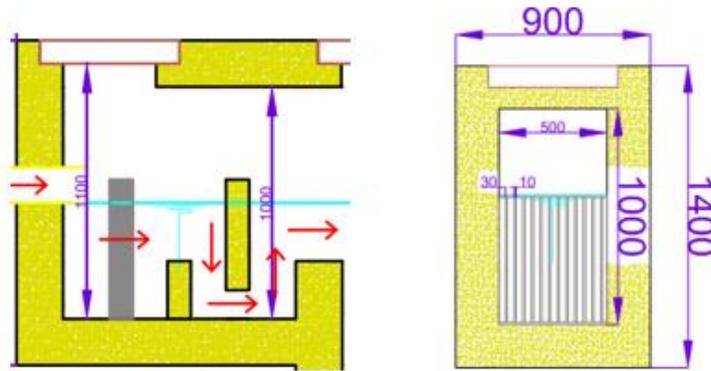
$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal} &= 30 \text{ menit} \\
 \text{Debit air limbah domestik} &= 9,04 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,377 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0,00628 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Volume bak yang diperlukan = (waktu tinggal/24) x debit air limbah
 = (0,5/24) x 9,04
 = 0,1883 m³

Dimensi bak:

Panjang = 1 m
 Lebar = 0,5 m
 Kedalaman air = 0,5 m
 Tinggi ruang bebas = 0,5 m
 Tinggi = 1 m
 Volume efektif = 0,25 m³ > 0.1883 m³ (ok)
 Volume bak = 0,5 m³

Adapun ilustrasi bak pemisah dan potongan bak pemisah lemak ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bak pemisah lemak dan potongan bak pemisah lemak

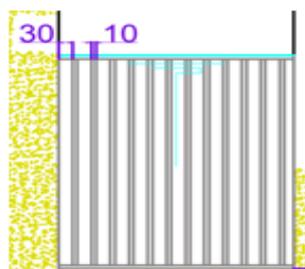
3.4. Desain *bar screen*

Bar Screen berfungsi untuk menyaring sampah dari padatan kasar seperti plastik, daun dan sampah besar lainnya yang terbawa aliran air limbah domestik sebelum masuk ke unit pengolahan.

Di dalam *bar screen* direncanakan:

Lebar bukaan = 0.03 m = 3 cm
 Lebar batang *bar screen* = 0.01 m = 1 cm
 Jumlah bukaan = $\frac{0.5 \text{ m}}{(0.03 \text{ m} + 0.01 \text{ m})}$
 = 12.5 = 13 bukaan
 Jumlah batang = 13 - 1 = 12 batang

Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Bar screen*

3.5. Desain bak evakuasi

Bak ekualisasi berfungsi untuk tempat menampung air limbah agar bersifat homogen serta mencegah fluktuasi debit pada bak pengolahan selanjutnya. Di dalam bak ekualisasi direncanakan:

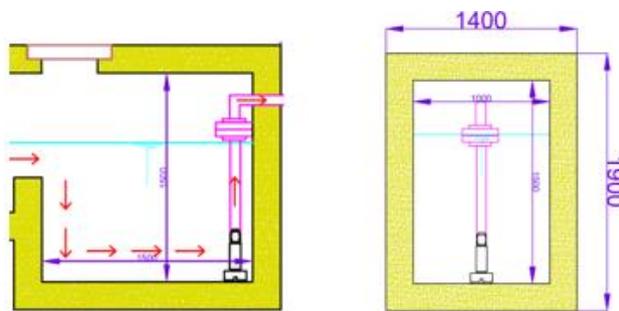
Waktu tinggal = 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah domestik} &= 9.04 \text{ m}^3/\text{hari} = 0.377 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.00628 \text{ m}^3/\text{menit}. \\ \text{Volume bak yang diperlukan} &= \frac{\text{waktu tinggal}}{24} \times \text{Debit Air Limbah} \\ &= \frac{3}{24} \text{ hari} \times 9.04 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1.13 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak evakuasi:

Panjang	= 1.5 m
Lebar	= 1 m
Kedalaman air	= 1 m
Tinggi ruang bebas	= 0.5 m
Tinggi	= 1,5 m
Volume efektif	= 1.5 m ³ > 1.13 m ³ (ok)
Volume bak	= 2.25 m ³
Tebal dinding	= 20 cm

Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bak evakuasi dan potongan bak evakuasi

3.6. Desain bak pengendap awal

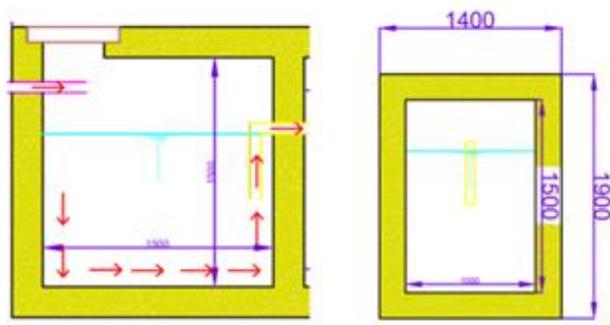
Bak pengendap awal berfungsi untuk mengurangi partikel padat yang tersuspensi dalam air limbah dengan cara mengendapkan pada bak selama waktu tertentu. Sehingga volume bak pengendap awal yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Volume bak yang diperlukan} &= \frac{\text{waktu tinggal}}{24} \times \text{Debit Air Limbah} \\ &= \frac{3}{24} \text{ hari} \times 9.04 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1.13 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak:

Panjang	= 1,5 m
Lebar	= 1 m
Kedalaman air	= 1 m
Tinggi ruang bebas	= 0,5 m
Tinggi	= 1,5 m
Volume efektif	= 1,5 m ³ > 1.13 m ³ (ok)
Volume bak	= 2,25 m ³
Tebal dinding	= 20 cm

Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bak pengendap awal dan potongan bak pengendap awal

3.7. Desain bak anaerob

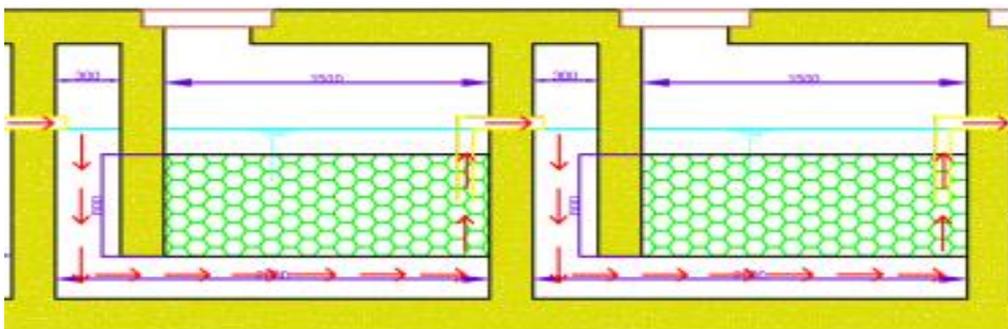
Bak anaerob ini direncanakan terdiri dari beberapa kompartemen dan juga dilengkapi dengan yang media filter sarang tawon dengan tipe crossflow. Di dalam bak anaerob direncanakan :

- Waktu tinggal = 8 jam
- Debit air limbah domestik = 9.04 m³/hari.
- Temperatur = 20°C
- BOD_{inlet} = 245 mg/l
- COD_{inlet} = 560 mg/l
- TSS_{inlet} = 160 mg/l
- Volume bak yang diperlukan = $\frac{\text{waktu tinggal}}{24} \times \text{Debit Air Limbah}$
- = $\frac{8}{24}$ hari x 9.04 m³/hari
- = 3,013 m³

Dimensi bak anaerob:

- Panjang = 4 m
- Lebar = 1 m
- Kedalaman = 1 m
- Tinggi ruang bebas = 0,5 m
- Tinggi = 1,5 m
- Volume efektif = 4 m³ > 3,013 m³ (ok)
- Volume bak = 6 m³
- Tebal dinding = 20 cm

Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bak anaerob

3.8 Desain bak aerob

Pada bak aerob dilengkapi dengan media filter dan blower udara sebagai aerator. Bak aerob filter ini mempunyai efisiensi 75% - 95%. Desain bak aerob adalah sebagai berikut:

$$\text{Vol media filter} = \frac{Q \times S_o}{\text{Beban BOD}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.04 \times 0.032}{2} \\
 &= 0.145 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol Bak Aerob} &= \frac{100}{50} \times \text{vol media filter} \\
 &= \frac{100}{50} \times 0.145 \text{ m}^3 \\
 &= 0.29 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Direncanakan bak aerob memiliki dua ruang, sehingga:

1) Ruang media filter

Panjang	= 0,75 m
Lebar	= 0,5 m
Kedalaman	= 1 m
Tinggi ruang bebas	= 0,5 m
Tinggi	= 1,5 m
Volume efektif	= 0,375 m ³ > 0,145 m ³ (ok)
Volume bak media filter	= 0,5625 m ³
Tebal dinding	= 20 cm

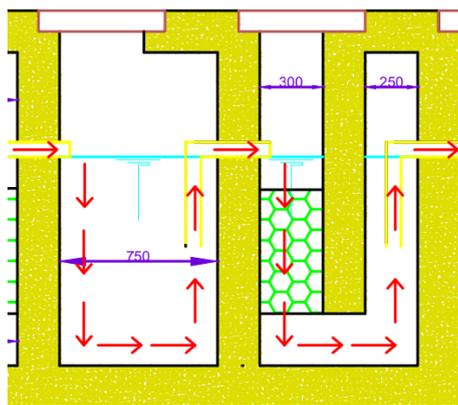
2) Ruang aerasi

Panjang	= 0.75 m
Lebar	= 0.5 m
Kedalaman	= 1 m
Tinggi ruang bebas	= 0.5 m
Tinggi	= 1.5 m
Volume efektif	= 0.375 m ³
Volume ruang aerasi	= 0.5625 m ³
Tebal dinding	= 20 cm

3) Total volume efektif

Volume total	= 0.5625 + 0.5625 = 1.125 m ³ > 0.29 m ³ (ok)
Waktu tinggal	= $\frac{\text{volume efektif bak aerob}}{Q \text{ limbah}} \times 24 = \frac{1.125}{9.04} \times 24 = 2.98 \text{ jam} \approx 3 \text{ jam}$

Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Bak aerob

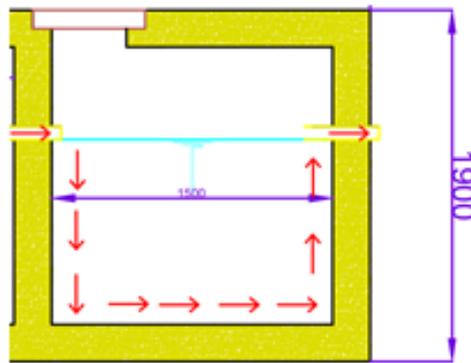
3.9. Desain bak pengendap air

Desain bak pengendap akhir diharapkan dapat mengendapkan 85% padatan TSS serta menyisihkan 15% material organik.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bak yang diperlukan} &= \frac{\text{waktu tinggal}}{24} \times \text{Debit Air Limbah} \\
 &= \frac{3}{24} \text{ hari} \times 9.04 \text{ m}^3/\text{hari} = 1.13 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi bak Pengendap Akhir :

- Panjang = 1.5 m
 - Lebar = 1 m
 - Kedalaman air = 1 m
 - Tinggi ruang bebas = 0,5 m
 - Tinggi = 1.5 m
 - Volume efektif = $1.5 \text{ m}^3 > 1,13 \text{ m}^3$ (ok)
 - Volume = 2.25 m^3
 - Tebal dinding = 20 cm
- Adapun ilustrasi *bar screen* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Bak pengendap akhir

3.10. Analisis penurunan kadar limbah domestik

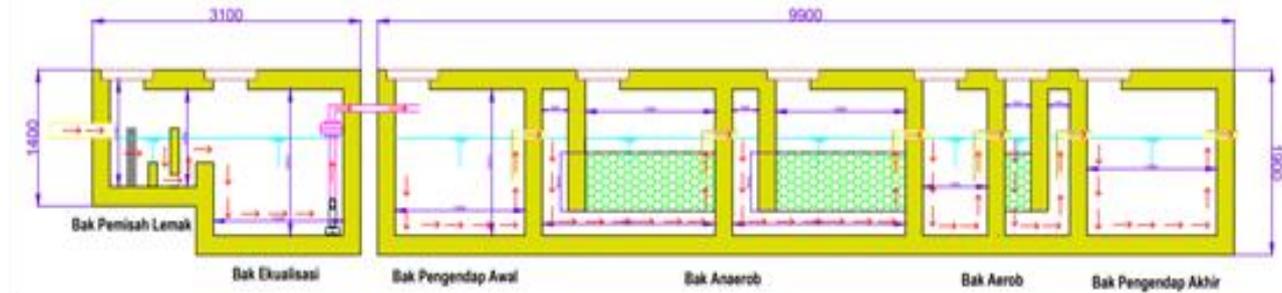
Setelah melakukan perhitungan penghematan air maka kita dapat melihat kategori kualitas effluent dan perkiraan efisiensi tiap-tiap ruang IPAL diantaranya disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Penurunan kandungan BOD, COD, dan TSS dari tiap proses pengelolaan

No	Bangunan Pengelolaan		Satuan	BOD	COD	TSS
1	Bak Pengendap Awal	Reduksi	Kg/hari	0.9492	2.1696	1.0848
			Kg/jam	0.03955	0,0904	0,0452
		Inlet	mg/liter	350	800	400
		Outlet	mg/liter	245	560	160
2	Bak Anaerob	Reduksi	Kg/hari	1.9269	4.1512	1.2511
			Kg/jam	0,0803	0,173	0,0521
		Inlet	mg/liter	245	560	160
		Outlet	mg/liter	31.85	100.8	21.6
3	Bak Aerob	Reduksi	Kg/hari	2.2419	0.7232	0.2025
			Kg/jam	0,0934	0,0301	0,0084
		Inlet	mg/liter	31.85	100.8	21.6
		Outlet	mg/liter	6.37	21.16	4.32
4	Bak Pengendap Akhir	Reduksi	Kg/hari	0.0864	0.2733	0.331
			Kg/jam	0,0036	0,0114	0,0138
		Inlet	mg/liter	6.37	21.16	4.32
		Outlet	mg/liter	5.415	17.136	0.648

Tabel 3. Perbandingan kandungan BOD, COD, dan TSS dengan baku mutu

Parameter	Kadar (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)
BOD	5.515	30
COD	17.136	100
TSS	0.648	30



Gambar 9. Skema IPAL

4. KESIMPULAN

Kadar air limbah domestik Universitas XYZ mengalami reduksi. BOD, COD, dan TSS yang semula bernilai 350 mg/l, 800 mg/l, dan 400 mg/l tereduksi sampai 5.515 mg/l, 17.136 mg/l, dan 0.648 mg/l. Ketiga parameter tersebut berada di bawah nilai parameter baku mutu SNI maka desain serta ukuran IPAL tipe anaerob dan aerobik penelitian ini telah sesuai dengan standar baku mutu. Pengelolaan air limbah domestik yang baik sangat penting untuk menjaga lingkungan dan kesehatan. Dengan penerapan teknologi pengolahan yang tepat, pencemaran air dapat dikurangi secara efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak Universitas XYZ yang senang tiasa memberikan bantuan serta informasi yang diperlukan dalam penelitian.

REFERENSI

- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2017). Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.12/Menlhk-II/2015 tentang Pembangunan Hutan Tanaman Industri (Nomor Menlhk/Setjen/Kum.1/2).
- Ahmad, M. (2019). Redesain sistem pengolahan air limbah pada sewage treatment plant (STP) untuk peningkatan kualitas air limbah di Central Park Mall Jakarta (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://unugha.ac.id>
- Agusnar, H. (2008). Analisa pencemaran dan pengendalian pencemaran.
- Amri, K., & Wesen, P. (2015). Pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55-66.
- Anandita, S. H. (2019). Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada rumah pemotongan ayam (RPA) Y di wilayah Sleman, Yogyakarta (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Arismunandar, W., & Tsuda, K. (1993). Motor diesel putaran tinggi. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 03-7065-2005. Tata cara perencanaan sistem plambing.
- Budiatma, A., & Sholichin, M. (2019). Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpusat di Universitas Brawijaya. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 2(2), 41.
- Dwiyono. (2016). Perencanaan instalasi pengolahan air limbah domestik sistem lumpur aktif di Gedung Trans Mart. Retrieved from <http://teknik.usni.ac.id/jurnal/yusriani.pdf>
- Eviati, S., & Sulaeman, M. (2009). Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Bogor, Indonesia: Balai Penelitian Tanah.
- Gumilar, G. (2011). Perencanaan plumbing air bersih dan air kotor (Studi Kasus Gedung Kantor Administrasi Bandara Adi Soemarmo Surakarta).
- Hartaja, D. R. K., & Setiadi, I. (2016). Design planning wastewater treatment plant of nata de coco industry with the activated sludge process. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(2).
- Juwana, J. S. (2004). Panduan sistem bangunan tinggi. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Metcalf, L. (2003). *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. Metcalf & Eddy Inc.
- Mohammadi, H., Sabzali, A., Gholami, M., Dehghanifard, E., & Mirzaei, R. (2012). Comparative study of SBR and extended aeration activated sludge processes in the treatment of high-strength wastewaters. *Desalination*, 287, 109-115.
- Morimura, T., & Noerbambang, S. M. (2000). Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing. Jakarta, Indonesia: PT Pradnya Paramita.
- Siregar, S. A. (2005). Instalasi pengolahan air limbah. Yogyakarta, Indonesia: Kanisius.
- Sasse, L. (1998). DEWATS: Decentralised wastewater treatment in developing countries. Bremen, Germany: BORDA.

- Satiti, E. (2011). Identifikasi dan karakterisasi limbah cair serta evaluasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pasar tradisional.
- Sofiana, A. I., Utomo, B., & Sudarto, S. (2018). Evaluasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).
- Umum, P. M. P., & Indonesia, P. R. R. (2017). Penyelenggaraan sistem pengelolaan air limbah domestik (Nomor 04/PRT/M).
- Wanggay, P. A. (2013). Analisa perhitungan kebutuhan air bersih dan air kotor.
- Yulistyorini, A., Camargo-Valero, M. A., Sukarni, S., Suryoputro, N., Mujiyono, M., Santoso, H., & Tri Rahayu, E. (2019). Performance of anaerobic baffled reactor for decentralized wastewater treatment in urban Malang, Indonesia. *Processes*, 7(4), 184.