

Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Pusat Perbelanjaan di Kota Surabaya (Studi Kasus: Mal X dan Y)

Mochammad Rifki Fiahsani Taqwim, Muhammad Faisal Fadhil*

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: mfaisalf.ft@upnjatim.ac.id

Diterima: 14 Januari 2025

Disetujui: 25 Januari 2025

Abstract

Increased activity in shopping centres generates liquid waste that has the potential to pollute the environment if not properly managed. The assessment was carried out by measuring the efficiency of the wastewater treatment plant in treating wastewater quality parameters such as Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS) and pH in accordance with the quality standards set by the government. The research methodology included field observations, laboratory analyses and interviews with STP managers. The results showed that the results of the wastewater quality standard test at the wastewater treatment plant of Mall Y had met the domestic wastewater quality standard, but Mall X had parameters that did not meet the quality standard. Factors such as the level of efficiency and treatment capacity of the STP and the level of maintenance of the equipment can significantly affect performance. These findings are expected to provide a reference for shopping centre managers to improve wastewater management and comply with applicable environmental regulations, as well as contribute to sustainable environmental management.

Keywords: *wastewater treatment plant, shopping center, quality standard, wastewater, water pollution*

Abstrak

Peningkatan aktivitas di pusat perbelanjaan menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penilaian dilakukan dengan mengukur efisiensi IPAL dalam mengolah parameter kualitas air limbah, seperti *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH, sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Metodologi penelitian melibatkan observasi lapangan, analisis laboratorium, serta wawancara dengan pengelola IPAL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji baku mutu air limbah pada IPAL di Mal Y telah memenuhi standart baku mutu air limbah domestik, namun pada Mal X terdapat parameter yang tidak memenuhi baku mutu. Faktor-faktor seperti tingkat efektifitas dan kapasitas pengolahan pada IPAL serta tingkat pemeliharaan unit dapat mempengaruhi kinerja secara signifikan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengelola pusat perbelanjaan untuk meningkatkan pengelolaan air limbah dan mematuhi regulasi lingkungan yang berlaku, serta memberikan kontribusi terhadap pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *IPAL, pusat perbelanjaan, baku mutu, air limbah, pencemaran air*

1. Pendahuluan

Terhitung pada tahun 2024 ini, Surabaya termasuk ke dalam Kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Suabaya terus mengalami peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya karena Surabaya dianggap sebagai pusat ekonomi dan industri yang menarik bagi berbagai pihak [1]. Salah satu indikator utama dari pertumbuhan ini adalah peningkatan jumlah kegiatan usaha pada bidang perdagangan dan jasa seperti pusat perbelanjaan atau mal. Hal ini memberikan dampak signifikan pada berbagai sektor, khususnya pada sektor kesehatan lingkungan dan pengelolaan air limbah.

Mal atau pusat perbelanjaan merupakan salah satu sumber penghasil air limbah domestik yang cukup signifikan. Limbah ini terutama berasal dari kegiatan seperti operasional food court, restoran, toilet umum, dan area parkir. Komponen utama air limbah dari pusat perbelanjaan umumnya mengandung bahan organik, minyak dan lemak, serta senyawa kimia dari produk pembersih [2]. Air limbah yang dihasilkan tersebut baik berupa black water dari toilet maupun grey water dari non toilet seperti cuci dan mandi [3]. Komponen limbah rumah tangga meliputi mikroorganisme, bahan padat, bahan yang berasal dari organisme

hidup, dan bahan yang tidak berasal dari makhluk hidup. Komposisi bahan organik terdiri atas protein (65%), karbohidrat (25%), dan lemak (10%) [4].

Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, sebagian besar air limbah domestik di kota ini masih dibuang langsung ke perairan tanpa melewati proses pengolahan yang memadai, sehingga berpotensi mencemari sungai dan lingkungan sekitarnya [5]. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dianggap sebagai solusi yang efektif dalam mengatasi masalah air limbah sehingga keberadaan IPAL ini sangat penting untuk kesehatan lingkungan dan dapat meningkatkan citra perusahaan sebagai entitas yang peduli terhadap kelestarian lingkungan [6].

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMen LHK) No. 68 Tahun 2016 telah dijabarkan mengenai standart minimal baku mutu air limbah domestik yang harus dipenuhi sebelum dibuang ke lingkungan. Peraturan ini berlaku bagi semua sumber air limbah domestik, termasuk individu, kelompok, atau badan usaha seperti perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, pemukiman, industri, dsb. Dalam peraturan ini tercantum tentang parameter yang harus dipenuhi meliputi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), pH, minyak dan lemak, amoniak, dan total coliform.

Berdasarkan regulasi yang ditetapkan melalui Permen LHK RI No. 5/2021, setiap pelaku usaha yang aktivitasnya menghasilkan limbah cair domestik diwajibkan untuk mengoperasikan instalasi pengolahan yang memenuhi standar baku mutu. Rancangan sistem tersebut perlu mempertimbangkan rangkaian proses teknologi pengolahan secara komprehensif, dimulai dari tahapan awal penyaringan hingga ke pengolahan tahap akhir.

Teknologi pengolahan air limbah terbagi menjadi beberapa jenis yaitu pengolahan limbah cair secara fisika, kimia, dan biologis. Dalam hal air limbah domestik secara umum menggunakan pengolahan secara biologis karena karakteristik limbah yang dihasilkan pada air limbah domestik mengandung tingkat bahan organik yang tinggi. Kandungan yang tinggi inilah menjadikan proses pendegradasian bahan pencemar organik lebih efektif dilakukan oleh mikroorganisme pada proses pengolahan biologis [7]. Ada beberapa tahapan pada pengolahan air limbah yaitu pengolahan awal (Pre-treatment), pengolahan primer (primary treatment), pengolahan sekunder (secondary treatment), dan pengolahan tersier (tertiary treatment) [8]. Pada pengolahan awal secara umum terdiri dari operasi fisika seperti penyaringan atau screening lalu dilanjutkan pada pengolahan primer meliputi pengendapan partikel atau sedimentasi selanjutnya pada pengolahan sekunder yang terdiri dari proses penghilangan bahan organik melalui proses biologis dan terakhir pada tertiary treatment berguna untuk pemurnian air seperti bakteri dan logam berat [8].

Dengan demikian, penelitian ini membahas tentang sistem pengolahan air limbah pada pusat perbelanjaan di Kota Surabaya. Jenis limbah pada kegiatan usaha pusat perbelanjaan yaitu seperti yang tertera pada PerMen LHK No. 68 Tahun 2016 dengan karakteristik limbah domestik. Mal ini juga telah melakukan pengujian baku mutu air limbah setiap bulan pada laboratorium terakreditasi dan dilaporkan kepada instansi berwenang setiap satu periode (6 bulan). Proses utama yang digunakan yaitu proses pengolahan biologis dimana mikroorganisme secara aerob berperan penting dalam proses degradasi bahan pencemar air limbah [8].

2. Metode Penelitian

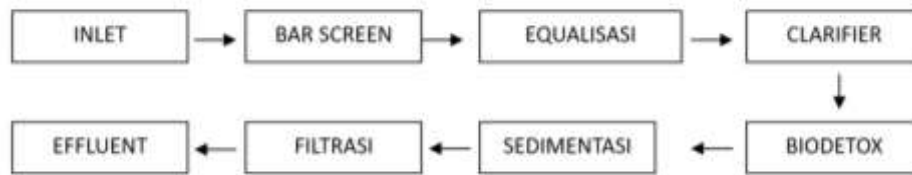
Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan metode dokumentasi dan tinjauan literatur menggunakan gabungan data primer dan sekunder untuk menganalisis sistem pengelolaan air limbah pada pusat perbelanjaan atau mal. Data yang dikumpulkan meliputi diagram alir pengolahan air limbah, hasil uji baku mutu air limbah, dan debit buangan air limbah yang diperoleh dari beberapa sumber seperti hasil observasi, dokumen resmi dan jurnal ilmiah. Analisis data dilakukan untuk memahami alur dari sistem pengelolaan air limbah yang digunakan serta melihat tingkat keefektifan proses pengolahan dari hasil uji baku mutu yang dilakukan tiap bulan oleh kegiatan usaha tersebut sehingga dapat dijadikan bahan untuk rekomendasi pada setiap sistem pengolahan air limbah

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pembahasan ini akan dijelaskan mengenai perbandingan sistem pengelolaan limbah di pusat perbelanjaan atau Mal X dan Y. System disini merujuk pada unit instalasi pengolahan air limbah yang digunakan pada setiap pusat perbelanjaan. Jenis limbah yang diolah yaitu limbah domestik dengan parameter baku mutu meliputi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), pH, minyak dan lemak, amoniak, dan total coliform yang berasal dari kegiatan domestik [9]. Pada pusat perbelanjaan X menggunakan pengolahan biologis dengan menerapkan teknologi bernama Biodetox. Sedangkan pada Pusat perbelanjaan Y unit pengolahan utama tetap sama yaitu

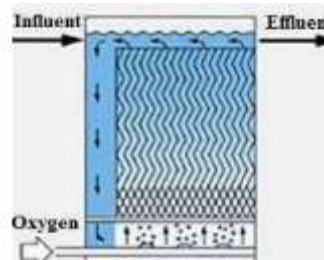
pengolahan biologis namun menerapkan teknologi bernama RBC dimana kedua proses tersebut menggunakan mikroorganisme untuk pengolahan air limbah [10].

A. Diagram Alir Pengolahan Air Limbah pada Pusat Perbelanjaan X



Gambar 1. Bagan alir pengolahan air limbah pusat perbelanjaan X
Sumber : Dokumen Ilmiah Kota Surabaya, 2024

Berdasarkan **Gambar 1**, unit pengolahan air buangan pada pusat perbelanjaan X dimulai dari proses pre – treatment yaitu bar screen dan ekualisasi. Selanjutnya terdapat proses primary treatment pada unit clarifier untuk memisahkan padatan tersuspensi pada air limbah. Lalu secondary treatment yang digunakan adalah biodetox. Unit tertiary treatment yang digunakan yaitu unit filtrasi. Apabila dilihat dari diagram alir proses pengolahan limbah mal X, tahapan yang dilakukan untuk pengolahan air limbah sudah lengkap dari pre – treatment hingga tertiary treatment.



Gambar 2. Unit *Biodetox* atau *Fixed Bed Cascade*
Sumber : Dokumen Kota Surabaya, 2020

Unit pengolahan utama yang digunakan oleh Mal X yaitu proses biologis menggunakan unit biodetox. Teknologi biodetox memanfaatkan proses biologis secara aerobik dengan menggunakan sistem Fixed Bed Cascade. Sistem ini mempunyai keunikan dalam aliran air dan desain rumah bakteri. Di biodetox ini diberikan aerasi sehingga bakteri aerob dapat menurunkan parameter COD, BOD, Ammonia, dan TSS [11]. Mekanisme kerja pada biodetox ini lebih sederhana dari pada pengolahan biologis yang lain, air limbah masuk ke dalam reaktor lalu dilakukan proses aerasi hingga melewati media pertumbuhan bakteri sehingga terjadi kontak air limbah dengan lapisan biofilm pada media.

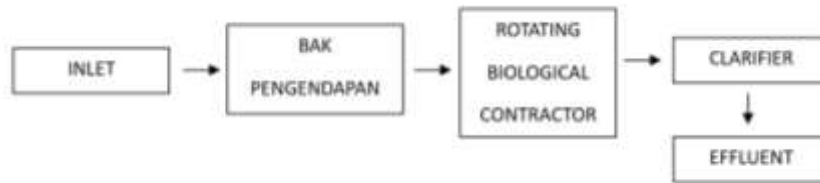
Tabel 1. Hasil Uji Baku Mutu Air Limbah Domestik di Pusat Perbelanjaan X

Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Uji					
			Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
pH	-	6 - 9	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12	7,92
BOD	Mg/L	30	13,7	15,9	15,7	14,9	19,9	8,13
COD	Mg/L	100	34,4	39,4	39,1	36,9	49,3	20
TSS	Mg/L	30	14,6	12,6	16	14,8	12,2	10,3
Minyak Lemak	Mg/L	5	1,08	1,21	1,35	1,15	1,27	1,42
Ammonia	Mg/L	10	99,1	56,5	52,5	71,4	56,6	23,9
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000	60	104	82	55	211	85

Sumber : Dokumen ilmiah Kota Surabaya, 2024

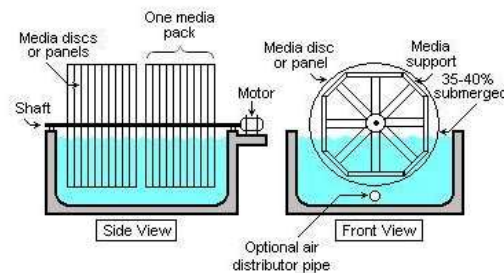
Evaluasi kualitas efluen dari sistem pengolahan air limbah Mall X menunjukkan bahwa mayoritas parameter seperti tingkat keasaman, BOD, COD, total padatan tersuspensi, kandungan minyak-lemak, serta jumlah bakteri coliform telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam Permen LHK 68/2016. Namun demikian, konsentrasi amonia masih melampaui ambang batas yang dipersyaratkan. Dari hal tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pada proses oksidasi ammonia tidak berlangsung secara maksimal.

B. Bagan Alir Pengolahan Air Limbah pada Pusat Perbelanjaan Y



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Air Limbah di Pusat Perbelanjaan Y
Sumber : Dokumen ilmiah Kota Surabaya, 2024

Berdasarkan **Gambar 3** tentang unit pengolahan air limbah di Mal Y diketahui bahwa proses pertama yang dilakukan yaitu dengan bak pengendapan untuk menyisihkan partikel padatan pada air limbah. Selanjutnya terdapat proses RBC atau Rotating Biological Contractor, yaitu proses pengolahan utama secara biologis untuk mendegradasi bahan organik. Unit pengolahan selanjutnya yaitu clarifier atau sedimentasi untuk mengendapkan padatan tersuspensi setelah proses biologi. Dari diagram alir pengolahan Mal Y diketahui bahwa tidak terdapat proses pre – treatment dan tertiary treatment [12].



Gambar 4. Unit Rotating Biological Contractor
Sumber : Dokumen Kota Surabaya, 2024

Rotating Biological Contractor (RBC) yaitu teknologi pengolahan air limbah domestik yang menggunakan mikroorganisme yang menempel pada permukaan media tertentu.. Media yang digunakan berupa seri cakram atau piringan disusun secara vertical dan terendam pada air limbah kemudian piringan cakram berputar [12]. Mekanisme kerja pada RBC ini yaitu air limbah pada suatu reactor dilakukan kontak dengan mikroorganisme yang melekat pada media, media piringan berputar secara perlahan dan Sebagian tercelup pada air limbah. Saat piringan berada diatas permukaan air, mikroorganisme menyerap oksigen di udara dan saat piringan berada di bawah permukaan air, proses kontak bakteri dengan air limbah terjadi, operasi RBC ini juga membutuhkan energi yang relatif lebih kecil.

Tabel 2. Hasil Uji Baku Mutu Air Limbah Domestik di pusat perbelanjaan Y

Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Uji					
			Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
pH	-	6 - 9	6,76	6,96	7,45	7,59	7,54	7,63
BOD	Mg/L	30	17,8	13,1	12,2	10,9	19	13,2
COD	Mg/L	100	54,1	44,4	40,9	35,6	59,7	45,2

Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Uji					
			Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
TSS	Mg/L	30	15,9	13,8	4,41	8,60	9,45	10
Minyak Lemak	Mg/L	5	0,46	0,13	0,14	1,32	0,2	0,16
Ammonia	Mg/L	10	3,32	3,58	3,7	3,77	2,57	3,24
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000	2100	320	1200	2800	2800	2800

Sumber : Dokumen ilmiah Kota Surabaya, 2024

Berdasarkan analisis kualitas efluen dari instalasi pengolahan air limbah domestik yang dilakukan oleh pusat perbelanjaan Y, seluruh parameter seperti derajat keasaman (pH), BOD, COD, padatan tersuspensi total, kandungan minyak dan lemak, serta total bakteri coliform telah memenuhi ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor 68/2016. Hasil pengujian tersebut mengindikasikan efektivitas sistem pengolahan yang diterapkan dalam mereduksi beban pencemar. Untuk mempertahankan kinerja optimal instalasi pengolahan, diperlukan program pemeliharaan berkala dan pengawasan operasional secara konsisten.

C. Pembahasan Hasil Uji Baku Mutu Mal X dan Mal Y

Dari hasil evaluasi kedua Mal tersebut terdapat kadar ammonia yang tidak memenuhi baku mutu air limbah yaitu pada Mal X. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tingginya kadar ammonia pada Mal X dibandingkan Mal Y. Perbedaan yang ditemukan antara kedua Mal tersebut yaitu kapasitas debit air limbah yang diolah pada unit IPAL Mal X maksimal sebesar 218 m³/Hari sedangkan pada Mal Y maksimal debit air limbah yang diolah yaitu sebesar 45 m³.

Pada Mal X ini terdapat kendala pada parameter ammonia yang masih tidak memenuhi standart baku mutu meskipun telah ada proses pengolahan biologis yang beroperasi. Proses biologis akan menurunkan kadar ammonia secara drastis hingga ke level stabil. Terdapat beberapa kemungkinan faktor penyebab tingginya kadar ammonia pada Mal X ini yaitu :

1. Desain IPAL yang dirancang tidak sesuai dengan debit yang masuk, rendah tingginya debit yang masuk pada IPAL sangat mempengaruhi proses pengolahan karena IPAL memiliki batasan maksimum untuk mengolah air limbah dengan efektif sesuai izin pembuangan limbah yang dimiliki [13].
2. Proses degradasi ammonia pada proses biologis tidak berlangsung efektif. Pada proses biologis terdapat lapisan biofilm yang menempel pada media, pertumbuhan bakteri yang optimal dapat menyebabkan proses reaksi biologis yang maksimal sehingga dapat menghilangkan kadar ammonia pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi [14].
3. Waktu tinggal air limbah atau waktu kontak juga berpengaruh terhadap Tingkat degradasi limbah cair dalam unit IPAL. Semakin lama limbah cair berada dalam unit, semakin signifikan degradasi yang terjadi akibat aktivitas biofilm yang melekat pada media [15].
4. Terdapat juga faktor lain seperti sumber air limbah dari berbagai kegiatan domestik yang berbeda sehingga mengakibatkan komposisi yang masuk pada IPAL tidak terkontrol, hal tersebut mengakibatkan proses pada IPAL tidak berjalan optimal [4].
5. Besarnya debit yang masuk juga menjadi faktor, hal itu dapat berpengaruh pada beban pengolahan air yang diolah pada unit IPAL karena dengan besarnya debit air yang masuk, berbagai kandungan pencemar air limbah tidak dapat terkontrol oleh IPAL apabila tidak diimbangi dengan kesesuaian desain IPAL [16].

Namun, dikarenakan keterbatasan dari data yang diperoleh, maka pada pembahasan kali ini, tidak dapat ditentukan secara pasti sumber atau faktor penyebab dari tingginya kadar ammonia pada hasil uji outlet dari IPAL pada Mal X. Perlu adanya penelitian lebih lanjut agar faktor penyebab dari permasalahan diatas dapat ditentukan.

Sedangkan, pada pusat perbelanjaan atau Mal Y tidak terdapat kendala pada proses pengolahannya karena seluruh parameter uji yang diperlukan telah sesuai dengan baku mutu yang tercantum pada regulasi yang berlaku. Meskipun pada alur proses pengolahan tidak terdapat pre – treatment dan tertiary treatment, unit pengolahan tetap dapat berjalan optimal, hal ini bisa terjadi dikarenakan debit limbah yang masuk ke IPAL dan komposisi bahan tetap pada standart operasional IPAL sehingga berjalan dengan baik [4].

D. Rekomendasi dan Saran pada Pengolahan Air Limbah Domestik di Pusat Perbelanjaan X dan Y di Kota Surabaya

Secara umum sistem yang digunakan oleh kedua pusat perbelanjaan tersebut berfokus inti dalam pengolahan biologis karena memiliki banyak bahan yang mengandung karbon pada air limbah domestik. Proses biologis memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik menjadi unsur yang sederhana. Metode pengolahan dipilih berdasarkan beban pencemaran limbah, standart mutu air, dan tingkat penurunan parameter yang diinginkan [17].

Rekomendasi awal yang perlu dilakukan yaitu untuk melakukan uji baku mutu pada inlet IPAL sehingga dapat diketahui tingkat efektifitas IPAL dengan membandingkan hasil uji pada inlet dan outlet IPAL. Harapannya, dari hasil tersebut dapat diketahui secara pasti sumber penyebab tingginya ammonia pada Mal X. Terdapat rekomendasi tambahan yang bisa dilakukan setelah melihat faktor – faktor penyebab pada Mal X :

1. Memperhatikan beban limbah yang masuk pada IPAL dan kondisi IPAL, apabila beban limbah terlalu tinggi namun tidak didukung dengan kondisi IPAL yang baik maka air limbah akan tidak terolah secara optimal sehingga diperlukan perawatan rutin pada IPAL agar pengolahan tetap maksimal [18].
2. Memperhatikan waktu tinggal air limbah pada unit biologis dan jumlah injeksi udara pada proses aerasi karena seiring bertambahnya waktu kontak air limbah dengan aerasi maka akan bertambah juga persentase penghilangan kadar ammonia [15].
3. Media pertumbuhan bakteri juga berpengaruh terhadap degradasi ammonia karena semakin banyak bakteri atau mikroorganisme yang tumbuh pada media maka akan semakin efektif proses degradasi oleh bakteri [14], proses seeding atau aklimatisasi juga perlu ditingkatkan untuk memaksimalkan bakteri pada media pengolahan biologis [19].
4. Mengevaluasi runtutan proses pengolahan air limbah, hal tersebut dapat dilakukan dengan menambah unit pengolahan anaerobik sebelum dilakukan proses aerobik atau mendesain ulang unit pengolahan biologis pada Mal X yang disesuaikan dengan beban pencemar air limbah. Desain dan ukuran IPAL yang tepat diharapkan mampu menghilangkan pencemar air limbah sehingga memenuhi baku mutu air limbah. Dengan urutan dan proses biologis yang maksimal dapat menjadikan IPAL berjalan optimal [20].

Selanjutnya, rekomendasi yang dapat diberikan pada pusat perbelanjaan atau Mal Y yaitu perlu memperhatikan perawatan unit operasi secara rutin agar proses pengolahan air limbah tetap optimal. Proses maintenance juga harus mentaati SOP perawatan IPAL yang telah ditentukan untuk menghindari potensi masalah akibat proses maintenance yang tidak sesuai standart [21].

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dituliskan, dapat disimpulkan tentang instalasi pengolahan air limbah pada pusat perbelanjaan X dan Y di Kota Surabaya. Regulasi yang digunakan pada kegiatan usaha pusat perbelanjaan atau mal adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri. Untuk memenuhi regulasi tersebut, pusat perbelanjaan tersebut melakukan pengolahan air limbah dengan proses utama yaitu proses biologis. Pusat perbelanjaan X menggunakan biodetox dan pusat perbelanjaan Y menggunakan RBC untuk mengolah bahan organik pencemar pada air limbah domestik.

Pada pusat perbelanjaan X terdapat satu parameter yang belum sesuai baku mutu air limbah yaitu ammonia. Dalam menghadapi hal itu perlu dilakukan pengecekan pada unit operasi pengolahan air limbah terkait unit biologisnya. Beberapa faktor penyebab kadar ammonia yang tinggi bisa dikarenakan beberapa hal yaitu kapasitas IPAL yang tidak sesuai dengan beban pencemar, tingkat efektifitas pengolahan pada IPAL serta runtutan proses biologis yang tidak maksimal. Sehingga, perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut mengenai tahapan IPAL yang beroperasi baik pada inlet maupun outlet IPAL Mal X. Namun karena keterbatasan data yang diperoleh, diperlukan penelitian lanjutan tentang tingkat efektifitas unit IPAL pada Mal X agar dapat ditentukan faktor utama penyebab tingginya kadar ammonia pada Mal tersebut.

Sebaliknya, pada Mal Y tidak terdapat kendala pada hasil uji air limbah dan dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan air limbah telah berjalan dengan optimal, hal yang perlu diperhatikan yaitu tentang proses perawatan IPAL yang tepat sehingga diharapkan kondisi IPAL tetap mampu mengolah air limbah secara maksimal.

5. Referensi

- [1] Wahyuni R, "Migrasi Dan Dinamika Kependudukan Di Kota Surabaya," *J. Sos. Dan Ekon.*, Vol. 12(1), Pp. 45–60, 2019.
- [2] K. Sevira, Puteri Sari Dan Sa'diyah, "Pengaruh Rasio Penambahan Koagulan Pac Pada Pengolahan Limbah Cair Pusat Perbelanjaan Secara Koagulasi-Flokulasi," *J. Teknol. Separasi*, Vol. 10, No.1, Maret 2024, 2024.
- [3] Soetono, Soefianto. "Pengelolaan Air Limbah Domestik Dki Jakarta Di Tinjau Dari Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Singapura." *Journal Publicuho* 7.2 (2024): 904-915.
- [4] Suwari, Riski Mahes. "Reduksi Kadar Tss, Bod, Cod, Dan Amonia Dalam Air Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Media Filter Dan Membran Ultrafiltrasi." *Technopex* 2024. 2024.
- [5] A. Prasetyo, "Analisis Kebutuhan Ipal Di Permukiman Padat Kota Surabaya," *J. Lingkungan. Hidup*, Vol. 12(3), Pp. 89–105, 2019.
- [6] F. R. A. A. Zevhiana., "Upaya Pengolahan Dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik Pada Industri AMDK dan Beverages," *Chemviro Jurnalkimiadan Ilmu Lingkungan.*, Vol. 1, Pp. 36–46, 2023.
- [7] Azhar, Oris Hatpa Aditya, and Naniek Ratni Juliardi AR. "Analisis Efisiensi Hidrogen Peroksida Sebagai Bahan Tambahan Dalam Aerasi Untuk Mengurangi Pertumbuhan Filamentous Pada Air Limbah." *Jurnal Serambi Engineering* 9.2 (2024): 9116-9120
- [8] Tchobanoglus, George, Franklin Burton, and H. David Stensel. "Wastewater engineering: treatment and reuse." *American Water Works Association. Journal* 95.5 (2003): 201.
- [9] Mahyudin, Mahyudin, Soemarno Soemarno, and Tri Budi Prayogo. "Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang." *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development* 6.2 (2015).
- [10] T. M. Y. M. A. N. Murthy, "Penerapan Teknologi Kontaktor Biologis Berputar Dengan Media Filter Gerabah Kasongan Pada Pengolahan Air Limbah," *Konf. Aip Pros.* 2952, 060013, 2024.
- [11] T. A. C. Andrawina, Rika Ernawati, "Penerapan Metode Constructed Wetland Dalam Upaya Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang Pada Penambangan Batubara Berdasarkan Literatur Review," *Pros. Rekayasa Teknol. Ind. Dan Inf.*, 2020.
- [12] C. G. Bakkara, "Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat Di Indonesia," *Tugas Akhir*, 2022.
- [13] I. Hidayat, T. Kartini, "Penegakan Hukum Lingkungan Dalam Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit Umum Daerah Kraton Kabupaten Pekalongan," *J. Pendidik. Serambi Huk.*, 2024.
- [14] M. Al Kholif And S. Sugito, "Penyisihan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair Domestik Dengan Menggunakan Sistem Constructed Wetland Bio-Rack," *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, Vol. 6, No. 1, Pp. 25–33, 2020, Doi: 10.20527/Jukung.V6i1.8235.
- [15] A. Masyuroh And A. Ramadhan, "Penurunan Beban Pencemar Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Rancang Moving Bed Biofilter Reactor (Mbbr) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Medis Di Provinsi Banten," *J. Kebijak. Pembang. Drh.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 60–77, 2024, Doi: 10.56945/Jkpd.V8i1.299.
- [16] R. Martiansyah And S. Susilawati, "Analisis Amonia Pada Sampel Inlet Dan Outlet Ali Crumb Rubber Di Pt. Xyz," *J. Food Secur. Agroindustry*, Vol. 2, No. 2, Pp. 49–53, 2024, Doi: 10.58184/Jfsa.V2i2.355.
- [17] H. A. Mustamin, R. P. Larasati, And K. Sumada, "Studi Kesesuaian Mikroorganisme Pada Pengolahan Limbah Cair Industri," *Chempro*, Vol. 1, No. 2, Pp. 45–52, 2023, Doi: 10.33005/Chempro.V1i2.63.
- [18] A. Riyandi, "Tinjauan Masalah Mursalah Terhadap Pembuangan Limbah Kotoran Unggas," *Univ. Islam Negeri Mataram*, 2021.
- [19] N. T. Amalia And P. Prayitno, "Proses Seeding Dan Aklimatisasi Aerob – Anaerob Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Gondorukem," *Distilat J. Teknol. Separasi*, Vol. 10, No. 1, Pp. 48–55, 2024, Doi: 10.33795/Distilat.V10i1.4920.
- [20] "Rancangan Standar Nasional Indonesia 3 (Rsn3) 9294:2024," 2024.
- [21] S. Mitha, Mursyid, Yunita, "Efektifitas Pengolahan Air Limbah (Ipal) Di Rumah Sakit Umum Roemani Muhammadiyah Semarang," *J. Kesehat. Masy.*, Vol. 10(3), Pp. 281–289, 2022.