

Evaluasi Pengolahan Limbah Cair Domestik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kota Bogor

Iren Chaerunnisa*, Okti Dinasakti Nurul Mentari

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat Indonesia

*Koresponden email: irenchaerunnisa28@gmail.com

Diterima: 30 Juli 2024

Disetujui: 6 Agustus 2024

Abstract

The population growth in Bogor City is increasing every year, which can be seen from the population data from 2018 to 2022, increasing by 84,934 people with a population growth percentage of 2.07%. As the population grows, the demand for clean water will increase. This will also have an impact on the amount of domestic wastewater produced. In 2021, access to adequate sanitation in Bogor City will only be 75.35%, while it should reach 100% to achieve the SDG targets. Therefore, in order to achieve adequate sanitation, it is necessary to have a domestic wastewater treatment plant (WWTP) and assess IPAL so that the domestic wastewater produced can be safely discharged into the environment. A WWTP consists of several treatment units such as an intake building, an anaerobic pond, an aerobic pond, a facultative pond, a maturation pond and a sludge drying bed. The WWTP can be evaluated by comparing the effluent after treatment with quality standards, namely the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016. The evaluation results show that several parameters still do not meet the quality standards for effluent to be discharged into the environment. These parameters are BOD and total coliform. Meanwhile, the percentage of TSS parameter removal was 57.14%, BOD 26.34%, COD 64.28%, Ammonia 69.88% and Total Coliform 99%.

Keywords: *Domestic wastewater, wastewater quality standards, wastewater treatment plants, Bogor City, parameter allowance*

Abstrak

Pertambahan jumlah penduduk di Kota Bogor mengalami peningkatan setiap tahunnya yang dapat ditandai dari data jumlah penduduk dari tahun 2018 hingga 2022 meningkat sebanyak 84.934 jiwa dengan persentase pertumbuhan penduduk yaitu 2,07%. Meningkatnya jumlah penduduk akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan air bersih. Hal tersebut akan berdampak pula pada kuantitas air limbah domestik yang dihasilkan. Pada tahun 2021 akses sanitasi layak di Kota Bogor hanya 75,35% sedangkan seharusnya mencapai 100% demi terciptanya target SDGs. Oleh karena itu, perlu adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL) dan juga evaluasi IPAL tersebut sehingga air limbah domestik yang dihasilkan dapat dengan aman untuk dibuang ke lingkungan demi tercapainya sanitasi layak. IPAL terdiri dari beberapa unit pengolahan seperti bangunan inlet, kolam anaerob, kolam aerob, kolam fakultatif, kolam maturase, dan *sludge drying bed*. Evaluasi IPAL dapat dilakukan dengan membandingkan efluen air limbah setelah diolah dengan standar baku mutu yaitu Permen LHK No. 68 Tahun 2016. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang masih belum memenuhi standar baku mutu air limbah untuk dibuang ke lingkungan. Parameter tersebut adalah BOD dan *Total Coliform*. Sementara itu, persentase penyisihan parameter TSS adalah 57,14 %, BOD 26,34%, COD 64,28%, Ammonia 69,88%, dan *Total Coliform* 99%.

Kata Kunci: *air limbah domestik, baku mutu air limbah, instalasi pengolahan air limbah, kota bogor, penyisihan parameter*

1. Pendahuluan

Jumlah penduduk di Kota Bogor semakin meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan data jumlah penduduk Kota Bogor 5 tahun terakhir yang menunjukkan penduduk di Kota Bogor mengalami peningkatan setiap tahunnya. Tahun 2018 hingga 2022 jumlah penduduk di Kota Bogor meningkat sebanyak 84.934 jiwa (Disdukcapil, 2022). Berdasarkan data yang didapatkan dari Disdukcapil (2022), pertumbuhan penduduk di Kota Bogor mencapai 2,07 % pada tahun 2022.

Meningkatnya jumlah penduduk akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan air bersih. Peningkatan kuantitas air limbah yang dihasilkan akan bergantung pada peningkatan jumlah kebutuhan air bersih. Air limbah domestik merupakan air yang berasal dari kegiatan rumah tangga sehingga jumlah

timbulannya akan bergantung pada tingkat pemakaian air bersih. Timbulan air limbah domestik dapat bernilai 60-80% dari pemakaian air minum [8].

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan berpotensi memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Hal tersebut juga akan berdampak pada sanitasi yang buruk yang dapat menyebabkan kesehatan masyarakat menjadi menurun. Di Kota Bogor, persentase rumah tangga dengan akses sanitasi layak hanya 75,35% pada tahun 2021 [2]. Berdasarkan target *Sustainable Development Goals*(SDGs) nomor enam yaitu air bersih dan sanitasi layak, pada tahun 2030 perlu mencapai angka 100% akses sanitasi layak (termasuk 53,71% sanitasi aman) [3]. Oleh karena belum tercapainya persentase akses sanitasi layak, penyediaan sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestik perlu menjadi perhatian khusus bagi pemerintah untuk mencapai target SDGs.

Terdapat Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik atau IPAL di Kota Bogor yang mengolah air limbah yang dihasilkan dari rumah tangga yang ada di Kota Bogor. Sementara itu, IPAL tersebut terkadang tidak efisien atau tidak dapat bekerja secara optimal dalam mengolah air limbah. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi efektifitas IPAL dalam mengolah limbah, salah satunya adalah pemeliharaan. Oleh karena itu, demi terciptanya IPAL yang optimal dan efisien perlu adanya evaluasi terhadap kinerja IPAL agar air limbah yang sudah diolah dapat dibuang ke badan air penerima dengan aman sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

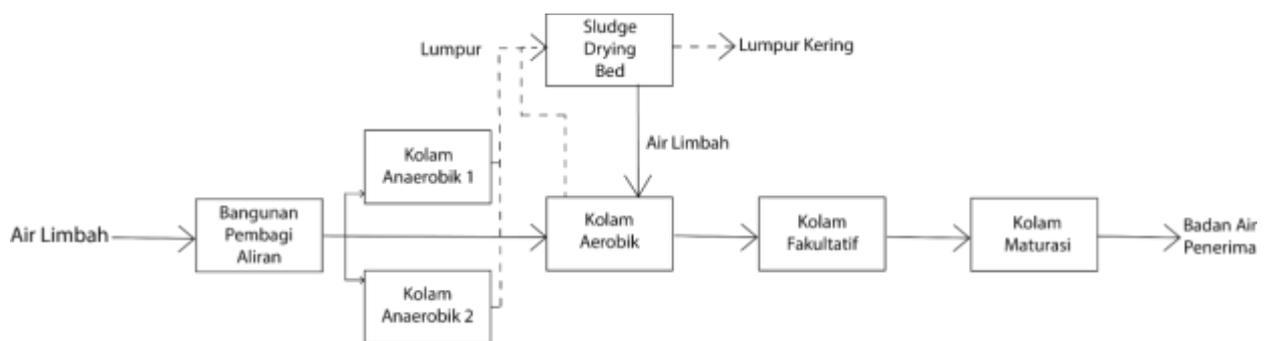
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode non eksperimental dan evaluasi. Lokasi penelitian berada di IPAL yang berada di Kota Bogor dengan mengumpulkan data sekunder berupa data hasil uji laboratorium kualitas *influent* dan *effluent* dari IPAL tersebut. Selanjutnya data kualitas air Limbah tersebut dievaluasi dengan cara membandingkan dengan standar di Indonesia yaitu PermenLHK No. 68 Tahun 2016. Parameter air limbah yang akan dievaluasi yaitu pH, TSS, BOD, COD, Minyak dan Lemak, Ammonia, dan Coliform.

3. Hasil dan Pembahasan

Unit Pengolahan Air Limbah

Air limbah pada awalnya akan melewati bangunan inlet atau bangunan pembagi aliran untuk menyalurkan air ke unit pengolahan selanjutnya yaitu kolam anaerobik. Setelah melalui proses di kolam anaerobik, air limbah disalurkan ke kolam aerob, kolam fakultatif, dan kolam maturasi. Sementara itu, lumpur yang dihasilkan dari kolam aerob akan disalurkan ke unit *sludge drying bed* untuk menghasilkan lumpur yang sudah kering. Konfigurasi IPAL juga dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1: Konfigurasi IPAL

a. Bangunan Inlet

Pada bangunan inlet terdapat dua bagian yaitu screening dan juga pintu air. Screening pada inlet ini berfungsi untuk menyaring partikel-partikel besar seperti sampah yang terbawa dengan air limbah yang dapat mengganggu pengolahan selanjutnya. Pintu air di kanan dan kiri untuk menyalurkan air ke pengolahan selanjutnya yaitu kolam anaerob sedangkan pintu air yang berada di tengah difungsikan untuk menyalurkan air langsung ke kolam aerob.

b. Kolam Anaerob

Proses penguraian zat organik pada kolam ini terjadi secara anaerob atau tanpa oksigen dengan bantuan bakteri thermophilic. Terdapat 2 unit kolam anaerobik yang masing-masing kapasitasnya yaitu $257,58 m^3$ dengan waktu tinggal selama 4 hari.

c. Kolam Aerob

Air limbah yang berasal dari kolam anaerob selanjutnya akan mengalami pengolahan di kolam aerob. Pengolahan air limbah di kolam aerob dilakukan dengan memanfaatkan bakteri dan alga. Peran alga dalam kolam aerob ini adalah untuk membantu menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis yang dilakukan. Kondisi kolam aerobik banyak terdapat alga dan juga lumpur karena limpasan dari kolam anaerobik yang lumpurnya jarang dipelihara. Hal tersebut membuat lumpur yang ada di kolam aerobik menjadi cukup tebal ketinggiannya dan membuat alga semakin gencar untuk menumbuhkan akarnya pada lumpur yang tebal. Selain itu, pada kolam aerobik terdapat pompa yang berfungsi untuk menyalurkan lumpur pada kolam ke unit pengering lumpur (*Sludge Drying Bed*). Pada kolam aerobik ini, seharusnya terdapat dua aerator sebagai alat penunjang produksi oksigen.

d. Kolam Fakultatif

Air limbah pada kolam aerob yang sudah mengalami waktu tinggal selanjutnya disalurkan ke kolam fakultatif sebagai pengolahan tahap kedua atau secondary treatment di IPAL. Pada kolam fakultatif ini terdiri dari tiga zona yang berbeda yaitu pada bagian atas kolam merupakan zona aerob, pada bagian tengah merupakan zona fakultatif, dan zona anaerob pada bagian bawah kolam. Sama halnya seperti kolam sebelumnya, kondisi kolam fakultatif banyak ditumbuhi oleh alga.

e. Kolam Maturasi

Tahap pengolahan akhir di IPAL adalah pengolahan di kolam maturasi. Kolam maturasi terdiri dari 1 unit dengan luas 1.744 dan kedalaman 1,5 meter. Sebagian kolam maturasi tertutup oleh konstruksi jalan tol. Sementara itu, kolam maturasi di desain memiliki diameter yang lebar sehingga semua bagian kolam dapat disinari oleh matahari.

f. *Sludge Drying Bed*

Pada unit SDB terjadi penurunan kadar air dalam lumpur dengan cara mengeringkan lumpur yang dihasilkan. Pada unit SDB ini, kandungan padatan yang diharapkan yaitu 20-40% padatan. Pengeringan lumpur dilakukan untuk mencegah bau dan juga pembusukan. Selain itu, lumpur kering, akan lebih mudah dan lebih murah pengangkutannya. Air yang dihasilkan dari pengeringan lumpur tersebut disalurkan kembali ke IPAL yaitu ke kolam aerob. Lumpur kering yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai media tanam seperti pupuk ataupun sebagai campuran bahan penimbunan lahan.

Evaluasi Influen dan Efluen

Untuk dapat mengevaluasi suatu IPAL, salah satunya dapat dilakukan dengan pengambilan sampel dan pengujian parameter pencemar pada inlet dan juga outlet sehingga dapat dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan yaitu Permen LHK No. 68 Tahun 2016. Setelah dilakukan uji laboratorium pada outlet, maka akan diketahui kelayakan air limbah yang sudah diolah untuk dapat dibuang ke badan air penerima. Selain itu dapat diketahui pula seberapa efektif IPAL tersebut dapat bekerja dalam mengurangi parameter pencemar yang ada pada air limbah. Berdasarkan hasil uji laboratorium yang sudah dilakukan, didapatkan hasil seperti **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Evaluasi IPAL

Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu Limbah Domestik (Permen LHK 68 2016)	Inlet	Outlet
pH	-	6-9	7,28	7,18
TSS	mg/L	30	28	12
BOD	mg/L	30	52,79	38,88
COD	mg/L	100	114,91	41,04
Minyak dan Lemak	mg/L	5	<0,5	<0,5
Ammonia	mg/L	10	24,11	7,26
Coliform	MPN/100 mL	3000	540000	5400

Tabel 1 menunjukkan kualitas air limbah sebelum dan sesudah diolah melalui proses pengolahan air limbah pada IPAL. Terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi standar baku mutu pada inlet IPAL. Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter tersebut perlu menjadi perhatian khusus dalam pengolahannya untuk menyisihkan parameter tersebut. Parameter air limbah yang tidak memenuhi standar tersebut adalah BOD, COD, Amonia, dan *Total Coliform*. Nilai BOD dan COD yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu menunjukkan bahwa terdapat indikasi pencemaran bahan organik dalam air. Sementara itu, kadar amonia yang tinggi pada air limbah merupakan tanda bahwa air limbah berasal dari air seni dan juga tinja [10]. Konsentrasi amonia dalam air akan bergantung pada meningkatnya pH dan temperature [14]. Keberadaan ammonia akan mengurangi kapasitas oksigen dalam air dan bersifat toksik pada organisme dalam air sehingga diperlukan pengolahan dengan cara aerasi melalui proses nitrifikasi sehingga menjadi nitrit dan nitrat. Parameter lain yang karakteristik awalnya tidak memenuhi baku mutu adalah *Total Coliform*. Keberadaan parameter tersebut menandakan indikasi cemaran pathogen infeksius yang menyebarkan penyakit melalui media air.

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada air limbah di titik outlet, terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu air limbah yaitu BOD dan coliform. Konsentrasi total coliform pada air limbah yang aman untuk dibuang ke badan air adalah 3000 MPN/100 mL dan konsentrasi total coliform pada outlet IPAL menunjukkan nilai yang lebih besar. Konsentrasi total coliform yang tinggi pada air menunjukkan bahwa air masih mengandung bakteri *Escherichiacoli* berasal dari feses hewan maupun manusia. Hal tersebut akan sangat berdampak pada lingkungan sekitar apabila air limbah masih terkontaminasi mikroba seperti mempengaruhi ekosistem flora dan fauna di sekitar dan juga berdampak pada kesehatan manusia apabila menggunakan air dari penggalian sumur yang mengandung bakteri *E. coli*.

Pada IPAL terdapat kolam maturasi yang seharusnya berperan untuk menyisihkan Total Coliform dalam air limbah. Tetapi kolam tersebut menjadi tidak dapat menyisihkan Total Coliform dengan maksimal karena sebagian kolam tidak terkena sinar matahari karena untuk dapat menyisihkan parameter dengan maksimal perlu sinar matahari yang cukup terkena pada seluruh bagian kolam. Daya tembus sinar matahari ke dalam air tidak akan maksimal karena bakteri dapat mati akibat sinar matahari terutama sinar ultraviolet tersebut [15].

Pengolahan air limbah pada IPAL ini tidak memanfaatkan bahan kimia untuk proses desinfeksi. Proses desinfeksi ini merupakan salah satu proses penting dalam pengolahan air limbah karena berfungsi untuk membunuh mikroorganisme dalam air seperti bakteri patogen yang dapat menimbulkan penyakit [12]. Desinfeksi dapat dilakukan dengan penambahan klorin pada proses pengolahan air limbah untuk menurunkan kuantitas *coliform* sebelum air hasil pengolahan dibuang ke badan air penerima. Penggunaan klorin dalam proses desinfeksi dapat menyebabkan kerusakan sel pada bakteri yaitu merusak asam nukleat dan enzim serta merusak kemampuan permeabilitas sel [4].

Parameter lain yang tidak memenuhi baku mutu setelah dilakukan pengolahan di IPAL adalah BOD. Nilai BOD pada outlet IPAL yaitu 38,88 mg/L, sementara itu nilai ambang batas untuk BOD dapat aman dibuang ke badan air adalah 30 mg/L. Tingginya nilai BOD pada air limbah menunjukkan bahwa limbah cair rumah tangga tersebut mengandung banyak zat organik [1]. Selanjutnya zat organik tersebut akan mengalami penguraian karena bakteri aerob, sehingga semakin banyak zat organik dalam limbah cair maka semakin besar pula kebutuhan oksigen dan nilai BOD semakin tinggi [7]. Tetapi apabila tingkat oksigen terlalu rendah, akan membuat organisme seperti ikan dan bakteri aerob yang memerlukan oksigen menjadi mati. Lalu organisme aerob akan menghasilkan bahan seperti gas metana (CH_4) dan hidrogen sulfida (H_2S) yang menimbulkan bau busuk pada air akibat proses penguraian bahan organik [11]. Sebagai indikator kualitas perairan, oksigen sangat berperan penting karena berperan dalam proses oksidasi dan juga reduksi bahan organik dan anorganik. Bahan organik dan anorganik tersebut akan dioksidasi menjadi nutrient yang menguraikan perairan [13].

Konsentrasi BOD yang tinggi pada air limbah akan mempengaruhi proses pengolahan air karena kurangnya aktivitas bakteri untuk mengkonsumsi bahan organik karena terlalu banyak polutan lain yang tidak dapat diuraikan dengan baik sehingga terjadi kekurangan oksigen dalam air. Kurangnya kandungan oksigen dapat membuat bakteri tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik [6].

Kebutuhan Penyisihan dan Efisiensi Penyisihan

Dalam mengevaluasi IPAL juga dapat menggunakan cara perhitungan nilai persentase penyisihan pencemar yang didapatkan dari hasil uji laboratorium pada inlet dan outlet IPAL. Selain itu juga dapat membandingkan persentase penyisihan dengan kebutuhan penyisihan untuk mengetahui persentase penyisihan yang seharusnya. Untuk menghitung kebutuhan penyisihan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kebutuhan Penyisihan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- a : Konsentrasi parameter air limbah pada titik inlet
b : Baku mutu parameter air limbah

Berikut adalah perhitungan kebutuhan penyisihan parameter pencemar berdasarkan data hasil uji laboratorium pada inlet IPAL dan juga standar baku mutu air limbah.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Penyisihan TSS} &= \frac{28 - 30}{28} \times 100\% = -7,14\% \\ \text{Kebutuhan Penyisihan BOD} &= \frac{52,79 - 30}{52,79} \times 100\% = 43,17\% \\ \text{Kebutuhan Penyisihan COD} &= \frac{114,91 - 100}{114,91} \times 100\% = 12,97\% \\ \text{Kebutuhan Penyisihan Amonia} &= \frac{24,11 - 10}{24,11} \times 100\% = 58,52\% \\ \text{Kebutuhan Penyisihan Coliform} &= \frac{540000 - 3000}{540000} \times 100\% = 99\% \end{aligned}$$

Perhitungan efisiensi penyisihan parameter pencemar ini bertujuan untuk mengetahui kinerja IPAL dalam mengolah air limbah dan menyisihkan parameter pencemar. Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung efisiensi penyisihan pencemar menurut Fadzy dkk. (2020) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Penyisihan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- a : Konsentrasi parameter air limbah pada titik inlet
b : Konsentrasi parameter air limbah pada titik outlet

Berikut adalah perhitungan efisiensi penyisihan parameter pencemar berdasarkan data hasil uji laboratorium pada inlet dan outlet IPAL.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Penyisihan TSS} &= \frac{28 - 12}{28} \times 100\% = 57,14\% \\ \text{Efisiensi Penyisihan BOD} &= \frac{52,79 - 38,88}{52,79} \times 100\% = 26,34\% \\ \text{Efisiensi Penyisihan COD} &= \frac{114,91 - 41,04}{114,91} \times 100\% = 64,28\% \\ \text{Efisiensi Penyisihan Amonia} &= \frac{24,11 - 7,26}{24,11} \times 100\% = 69,88\% \\ \text{Efisiensi Penyisihan Coliform} &= \frac{540000 - 5400}{540000} \times 100\% = 99\% \end{aligned}$$

Tabel 2. Persentase Penyisihan Pencemar

Parameter	Inlet	Outlet	Kebutuhan Penyisihan (%)	Penyisihan (%)
TSS	28	12	-7,14	57,14
BOD	52,79	38,88	43,17	26,34
COD	114,91	41,04	12,97	64,28
Ammonia	24,11	7,26	58,52	69,88
Coliform	540000	5400	99	99

Berdasarkan perhitungan efisiensi penyisihan parameter pencemar tersebut didapatkan hasil yaitu pada parameter TSS dapat disisihkan sebanyak 57,14% dari kebutuhan penyisihan yaitu -7,14%. Nilai

kebutuhan penyisihan TSS yang bernilai negatif karena parameter tersebut memiliki kandungan yang masih memenuhi standar baku mutu yang ada pada titik inlet.

Pada parameter BOD, kandungan pada air limbah di outlet IPAL masih belum memenuhi baku mutu air limbah. Hal tersebut dapat mempengaruhi persentase penyisihan BOD sehingga memiliki persentase yang kecil yaitu 26,34%. Sementara itu, penyisihan BOD yang dibutuhkan adalah 43,17%. Oleh karena itu penyisihan BOD pada IPAL ini masih belum dapat bekerja secara optimal karena kurangnya angka penyisihan BOD. Angka penyisihan BOD yang sangat kecil tersebut disebabkan karena kurangnya suplai oksigen pada kolam aerobik untuk menyisihkan parameter BOD. Untuk dapat menambahkan suplai oksigen perlu segera memasang aerator sebagai penyuplai oksigen di kolam aerobik.

Salah satu parameter yang memenuhi baku mutu air limbah dan aman untuk dibuang ke lingkungan adalah parameter COD. Penyisihan parameter COD tersebut memiliki nilai yang lebih dari kebutuhan penyisihan COD yaitu 12,97% sehingga IPAL ini dapat bekerja secara optimal dalam menyisihkan COD. Dengan nilai inlet 114,91 mg/L dan outlet 41,04 mg/L sehingga nilai persentase penyisihannya yaitu sebesar 64,28%. Nilai persentase penyisihan pada parameter ammonia adalah 69,88% dimana nilai inlet pada IPAL yaitu 24,11 mg/L dan nilai pada outlet adalah 7,26 mg/L. Nilai penyisihan tersebut masih ada di atas persentase kebutuhan penyisihan ammonia sehingga dapat dikatakan bahwa IPAL dapat dengan optimal dalam menyisihkan ammonia.

Persentase pada parameter total coliform memiliki nilai sebesar 99% dan sesuai dengan kebutuhan penyisihannya. Meskipun kebutuhan penyisihan total coliform sudah terpenuhi, baku mutu air limbah pada parameter tersebut masih tetap melebihi baku mutu. Kolam maturasi merupakan unit yang berperan untuk menyisihkan total coliform dalam air limbah. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyisihan total coliform dalam kolam maturasi, yaitu suhu, radiasi, dan sinar matahari. Kondisi eksisting sebagian kolam maturasi yang tertutup oleh jalan tol, membuat sinar matahari tidak dapat menembus air limbah sehingga tidak dapat menyisihkan total coliform dengan optimal. Oleh karena itu, air limbah tersebut tidak aman untuk dibuang ke badan air atau lingkungan.

4. Kesimpulan

Evaluasi pada pengolahan air limbah pada IPAL dilakukan berdasarkan aspek teknis yaitu evaluasi efluen hasil pengolahan dan efisiensi penyisihan parameter pencemar. Terdapat parameter air limbah yang tidak memenuhi baku mutu untuk dibuang ke badan air penerima yaitu parameter BOD dan *Total Coliform* dengan nilai masing-masing yaitu 38,88 mg/L dan 5400 MPN/100mL. Persentase penyisihan parameter TSS adalah 57,14 %, BOD 26,34%, COD 64,28%, Ammonia 69,88%, dan *Total Coliform* 99%.

5. Daftar Pustaka

- [1] Astuti, Dwi, and Indri Rosemalia. "Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi." *Jurnal Unitek* , vol. 15(1), pp. 59-72, 2022.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Kota bogor dalam angka 2023". *Kota Bogor: BPS Kota Bogor.*, 2022.
- [3] Bappeda Kota Bogor, *Statistik Kota Bogor 2018*. Kota Bogor, 2019.
- [4] Busyairi, M., Dewi Y.P., dan Widodo D.I., "Efektivitas Kaporit pada Proses Klorinasi terhadap Penurunan Bakteri Coliform dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda," *Jurnal Manusia dan Lingkungan.*, vol. 23, pp. 156-162, 2016.
- [5] Fadzry, N., Hidayat, H., & Eniati, E., "Analysis of COD, BOD and DO Levels in Wastewater Treatment Installation (IPAL) at Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta," *Indonesian Journal of Chemical Research* , vol. 5, pp. 80-89, 2020.
- [6] Karini, T. A., Wijaya, D. R., & Arranury, Z. F., "Karakteristik dan Kualitas Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Deskriptif di Rumah Sakit X Kabupaten Jenepono)," *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 6, pp. 100-107, 2020.
- [7] Mallongi, Anwar, and Muh Fajaruddin Natsir. "Efisiensi pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan biofilter sistem upflow dengan penambahan Efektif Mikroorganisme 4." *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan* vol. 1.2, 2018.
- [8] Pangesti, F. S. P., & Ariesmayana, A., "Tinjauan Analisis Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Air Limbah Untuk Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang," *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, vol 4, pp. 1-9, 2022.
- [9] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMenLHK) Republik Indonesia No.

-
- P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 2016.
- [10] Putri, Y.d., E. Yuliza, Lizadiawati. 2019. Kajian Kualitas Air dan Indeks Pencemaran di Perairan Kampung Sejahtera Pulau Baai Kota Bengkulu.
- [11] Ratnani, R. D. "Kecepatan Penyerapan Zat Organik Pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Lumpur Aktif." *Jurnal Ilmiah Momentum* 7.2 (2012).
- [12] Said, Nusa Idaman, dan Herlambang, "Teknologi Pengolahan Air Limbah," *BBPT*, 2022.
- [13] Sumangando, Adolfina, et al. "Analisis Kebutuhan Oksigen Biologi, Oksigen Terlarut, Total Suspensi Solit Dan Derajat Keasaman pada Air Limbah Rumah Sakit Pancaran Kasih Manado." *Majalah INFO Sains*, vol.3, pp. 45-50, 2022.
- [14] Widayat, Wahyu, dan Arie Herlambang. "Penyisihan amoniak dalam upaya meningkatkan kualitas air baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan proses biofiltrasi menggunakan media plastik tipe sarang tawon." *Jurnal Air Indonesia*, vol. 6.1, 2018.
- [15] Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N., "Analisis total bakteri coliform di perairan muara kali wisu Jepara," *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, vol.5, pp. 157-164, 2016.