

# Analisis Efisiensi Kinerja Kolam Stabilisasi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Bojongsoang Kabupaten Bandung, Jawa Barat

Fanny Novia, Erika Herliana, Jeni Saepurrohman

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung Indonesia

\*Koresponden email: fannynovia@ukri.ac.id

Diterima: 3 September 2024

Disetujui: 20 September 2024

## Abstract

Stabilisation ponds are a type of domestic wastewater treatment widely used in tropical and developing countries. One of the domestic wastewater treatment plants (IPAL) using a stabilisation pond is the Bojongsoang WWTP located in Bandung Regency, West Java. The stabilisation pond at Bojongsoang WWTP consists of 2 sets, each of which is a series of 3 anaerobic ponds, 2 facultative ponds and 1 maturation pond. This research aims to analyse the performance of the stabilisation pond at Bojongsoang WWTP in set A. The parameters to be analysed are Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS) and Ammonia. The data used are secondary data consisting of monthly domestic wastewater quality monitoring data from 2019-2022. The efficiency of BOD removal in 2019-2022 was 70.33%, 79.67%, 84.00 and 84.95%. The efficiency of TSS removal in 2019-2022 was 72.47%; 79.03%; 87.23%; and 79.05%. Meanwhile, the efficiency of ammonia removal in 2019-2022 was 67.95%; 81.71%; 80.06% and 64.53%. The best BOD and TSS removal occurred in anaerobic ponds, while the best ammonia removal occurred in maturation ponds.

**Keywords:** *stabilization pond, domestic wastewater, BOD, TSS, ammonia*

## Abstrak

Kolam stabilisasi merupakan salah satu jenis pengolahan air limbah domestik yang banyak digunakan di negara tropis dan berkembang. Salah satu instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik yang menggunakan kolam stabilisasi adalah IPAL Bojongsoang yang berlokasi di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Kolam stabilisasi di IPAL Bojongsoang terdiri dari 2 set, dimana masing-masingnya merupakan rangkaian dari 3 buah kolam anaerobik, 2 buah kolam fakultatif dan 1 buah kolam maturasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dari kolam stabilisasi di IPAL Bojongsoang pada Set A. Parameter yang akan dianalisis adalah kebutuhan oksigen biokimia (BOD), total padatan tersuspensi (TSS) dan amonia. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang terdiri dari data pemantauan kualitas air limbah domestik bulanan dari tahun 2019-2022. Efisiensi penyisihan BOD pada tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 70,33%; 79,67%; 84,00; dan 84,95%. Efisiensi penyisihan TSS pada tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 72,47%; 79,03%; 87,23% dan 79,05%. Sedangkan efisiensi penyisihan amonia pada tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 67,95%; 81,71%; 80,06% dan 64,53%. Penyisihan BOD dan TSS terbaik terjadi pada kolam anaerobik, sedangkan penyisihan amonia terbaik terjadi pada kolam maturasi.

**Kata Kunci:** *kolam stabilisasi, air limbah domestik, BOD, TSS, amonia*

## 1. Pendahuluan

Kolam stabilisasi merupakan pengolahan air limbah secara biologi yang banyak diterapkan di negara berkembang. Pengolahan air limbah domestik menggunakan kolam stabilisasi menunjukkan efisiensi penyisihan senyawa organik yang baik yaitu dengan persentase efisiensi lebih dari 90% [1,2]. Selain untuk mengolah air limbah domestik, kolam stabilisasi juga digunakan untuk mengolah air lindi [3,4] dan pengolahan lumpur tinja [5,6]. Kolam stabilisasi juga telah banyak diterapkan untuk mengolah air limbah domestik di berbagai negara antara lain Ghana, Iraq, Turki dan Zimbabwe [7,8,9,10],

Terdapat beberapa jenis kolam stabilisasi antara lain kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi. Kolam anaerobik merupakan pengolahan yang menggunakan kolam dalam dengan kondisi tidak ada oksigen dan memanfaatkan bakteri pada proses pengolahannya untuk mendegradasi senyawa organik pencemar pada air limbah. Prinsip pengolahan kolam anaerobik hampir mirip dengan tangki septik, namun dalam kondisi yang tertutup. Proses pengolahan menggunakan kolam anaerobik juga menghasilkan gas karbondioksida dan metana [11]. Sedangkan kolam fakultatif secara umum dapat dibagi menjadi kolam

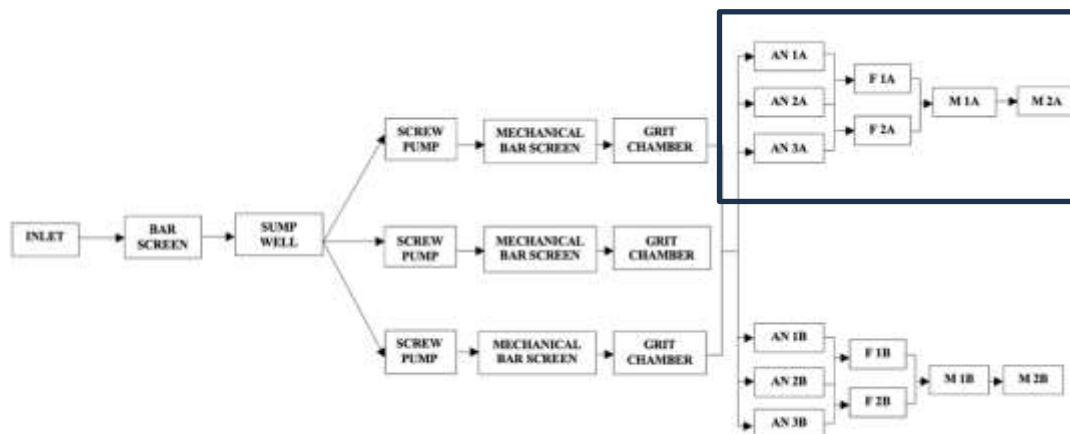
fakultatif primer dan sekunder. Kolam fakultatif primer menerima air limbah pertama dan kolam fakultatif sekunder menerima air limbah setelah pengolahan tahap pertama. Kolam fakultatif dirancang untuk dapat menyisihkan BOD dengan memanfaatkan alga yang dapat membantu menghasilkan oksigen [12]. Kolam maturasi merupakan pengolahan setelah kolam fakultatif dan lebih dangkal dibandingkan dengan kolam anaerobik dan kolam fakultatif. Sirkulasi oksigen pada kolam maturasi ini juga lebih baik dibandingkan dengan kolam anaerobik dan fakultatif sehingga lebih efektif dalam menurunkan amonia, nitrogen dan fosfor.

Kolam stabilisasi merupakan pengolahan yang diterapkan pada IPAL Bojongsoang yang berlokasi di Kecamatan Bojongsoang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Jumlah layanan IPAL Bojongsoang diperkirakan mencapai 100.000 sambungan rumah dengan debit pengolahan rata-rata sebesar 80.000 m<sup>3</sup>/hari. IPAL Bojongsoang memiliki total 6 kolam anaerobik, 4 kolam fakultatif dan 2 kolam maturasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efisiensi kinerja kolam stabilisasi pada IPAL Bojongsoang berdasarkan data *time-series* bulanan dari tahun 2019-2022. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kinerja dari masing-masing kolam di IPAL Bojongsoang.

## 2. Metode Penelitian

### Wilayah Studi

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang terletak di daerah Bojongsoang, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Pengelola IPAL Bojongsoang adalah Perumda Tirtawening Kota Bandung dan mulai beroperasi pada tahun 1992. Total luas area IPAL Bojongsoang adalah sekitar 85 Ha, dimana seluas 65 Ha digunakan untuk area pengolahan air limbah domestik. Jenis pengolahan yang digunakan di IPAL Bojongsoang adalah kolam stabilisasi. Rangkaian kolam stabilisasi yang digunakan adalah kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi. Terdapat 2 set kolam stabilisasi yang digunakan di IPAL Bojongsoang yaitu Set A dan Set B. Masing-masing set memiliki 3 kolam anaerobik, 2 kolam fakultatif dan 1 kolam maturasi. Diagram alir pengolahan menggunakan kolam stabilisasi di IPAL Bojongsoang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram Alir Tahapan Pengolahan Air Limbah Domestik di IPAL Bojongsoang

### Analisis Data

Data konsentrasi BOD, TSS dan amonia yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Perumda Tirtawening Kota Bandung. Data yang digunakan adalah data *time-series* berupa data bulanan dari tahun 2019-2020. Data yang dianalisis pada penelitian ini adalah data hasil pemantauan kualitas air pada pengolahan Set A saja. Hal ini disebabkan ketidaklengkapan data hasil pemantauan kualitas air limbah pada pengolahan Set B. Analisis efisiensi kinerja kolam stabilisasi dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$Efisiensi (\%) = \frac{(C_{awal} - C_{akhir})}{C_{awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:  $C_{awal}$  = konsentrasi sebelum unit pengolahan (mg/L)

$C_{akhir}$  = konsentrasi setelah unit pengolahan (mg/L)

Efisiensi akhir dari rangkaian pengolahan di kolam stabilisasi yaitu pada outlet kolam maturasi akan dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik yang diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016. Nilai baku mutu dari parameter BOD, TSS dan amonia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

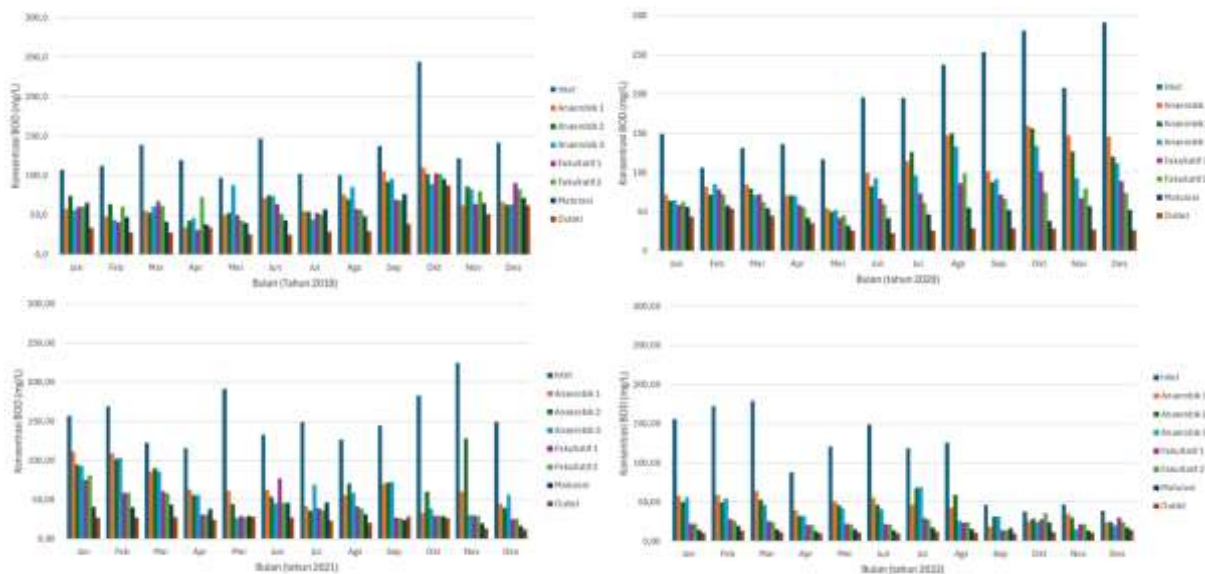
**Tabel 1.** Baku Mutu Air Limbah Domestik Parameter BOD, TSS dan Amonia

No	Parameter	Baku Mutu	Unit
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	30	mg/L
2	Total Suspended Solid (TSS)	30	mg/L
3	Amonia	10	mg/L

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016

### 3. Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi BOD pada inlet yang masuk ke kolam stabilisasi pada tahun 2019-2022 berada pada rentang 37,95 mg/L hingga 291,5 mg/L. Konsentrasi BOD terbesar pada inlet terjadi pada bulan Desember tahun 2020, sedangkan konsentrasi BOD terkecil pada inlet terjadi pada bulan Oktober tahun 2022. Rata-rata konsentrasi BOD pada inlet dari tahun 2019 hingga 2022 berturut-turut adalah 130,8 mg/L; 191,9 mg/L; 155,7 mg/L dan 106,7 mg/L. Konsentrasi BOD pada inlet mengalami penurunan pada tahun 2022, hal ini disebabkan karena adanya penurunan debit yang masuk ke IPAL sehingga menyebabkan konsentrasi BOD tidak terlalu tinggi. Rentang nilai konsentrasi BOD pada air limbah domestik di 59 kota dan kabupaten di Indonesia adalah 30-178 mg/L [13]. Nilai konsentrasi BOD inlet di IPAL Bojongsong dapat tergolong pada kadar yang tinggi. Fluktuasi konsentrasi BOD pada inlet, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi dan outlet dapat dilihat pada **Gambar 2**.

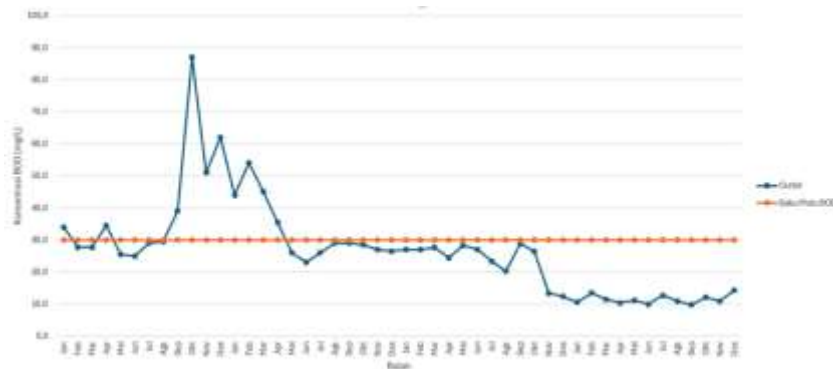


**Gambar 2.** Grafik Konsentrasi BOD pada Kolam Stabilisasi Tahun 2019-2022

Kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi memiliki rata-rata efisiensi penyisihan BOD berturut-turut adalah sebesar 51,20%; 25,13% dan 45,19% dari tahun 2019 hingga tahun 2022. Efisiensi pengolahan terkecil terjadi pada kolam fakultatif. Beberapa data menunjukkan konsentrasi BOD pada kolam fakultatif lebih tinggi dibandingkan konsentrasi BOD pada kolam anaerobik, dengan kenaikan konsentrasi terbesar terjadi pada bulan Desember tahun 2019. Pada bulan tersebut, konsentrasi BOD di kolam fakultatif mengalami kenaikan sebanyak 34,84% dibandingkan kolam anaerobik. Hal ini disebabkan salah satunya karena adanya sedimentasi yang terjadi pada kolam fakultatif sehingga mempengaruhi kinerja kolam fakultatif.

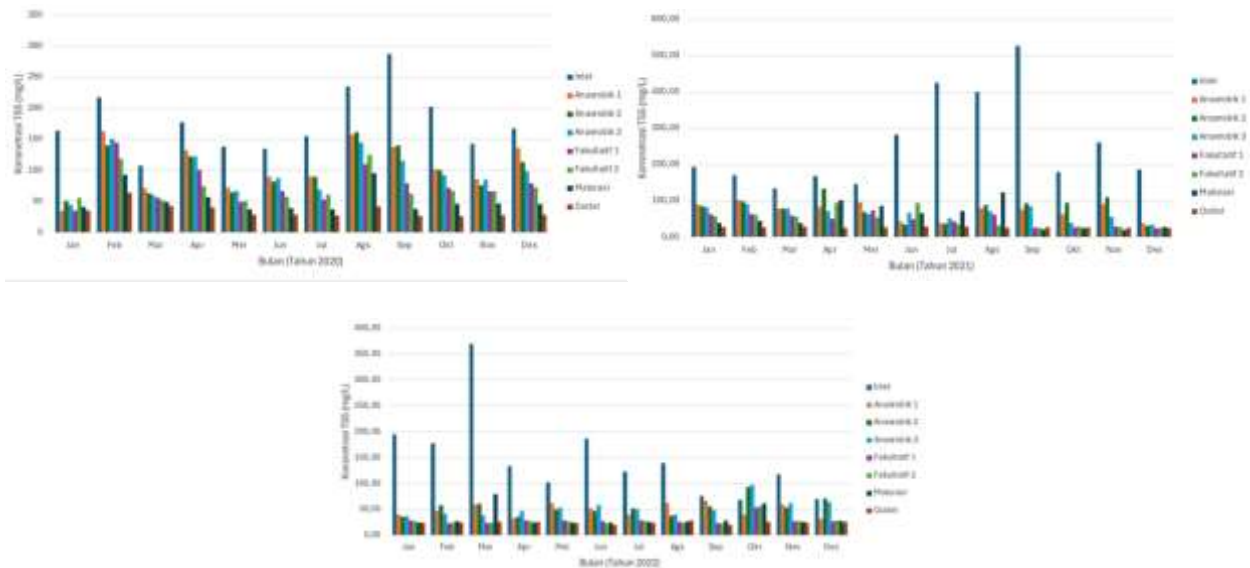
Selain itu, debit yang masuk ke IPAL Bojongsong yang semakin kecil menyebabkan banyaknya daerah mati pada bagian kolam sehingga proses pengolahan tidak berjalan optimal [14]. Rata-rata efisiensi kolam stabilisasi untuk menurunkan konsentrasi BOD dari tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 70,33%; 79,67%; 84,00% dan 84,95%. Konsentrasi BOD pada outlet pada bulan September 2019 hingga April 2020 menunjukkan nilai yang belum memenuhi baku mutu. Namun secara umum, rata-rata efisiensi pengolahan

BOD pada kolam stabilisasi menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Grafik perbandingan konsentrasi BOD pada outlet kolam maturasi dengan baku mutu dapat dilihat Pada **Gambar 3**.



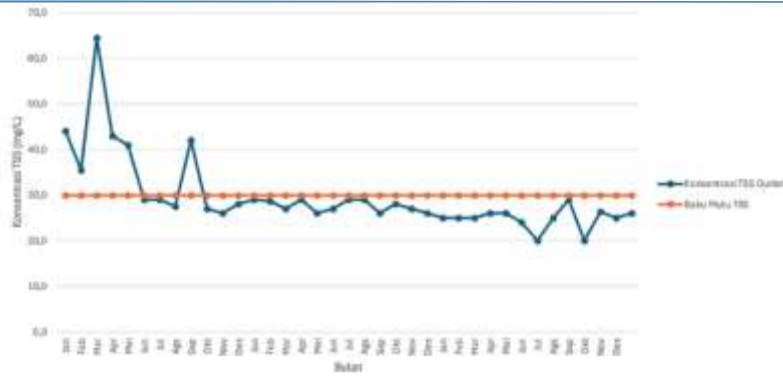
**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Konsentrasi BOD pada Outlet dengan Baku Mutu

Data konsentrasi TSS pada tahun 2019 tidak dapat dianalisis karena data yang tidak tersedia pada bulan April hingga Juni. Sehingga konsentrasi rata-rata TSS pada inlet tahun 2019 hanya dihitung dari data yang tersedia. Konsentrasi TSS pada inlet yang masuk ke kolam stabilisasi pada tahun 2019-2022 berada pada rentang 69,0 mg/L hingga 526,9 mg/L. Konsentrasi TSS terbesar pada inlet terjadi pada bulan September tahun 2021, sedangkan konsentrasi TSS terkecil pada inlet terjadi pada bulan Oktober tahun 2022. Rata-rata konsentrasi TSS pada inlet dari tahun 2019 hingga 2022 berturut-turut adalah 134,9 mg/L; 177,5 mg/L; 256,3 mg/L dan 146,8 mg/L. Rentang nilai konsentrasi TSS pada air limbah domestik di 59 kota dan kabupaten di Indonesia adalah 30-186 mg/L [13]. Nilai konsentrasi BOD inlet di IPAL Bojongsong dapat tergolong pada kadar yang tinggi. Fluktuasi konsentrasi TSS pada inlet, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi dan outlet dapat dilihat pada **Gambar 5**.



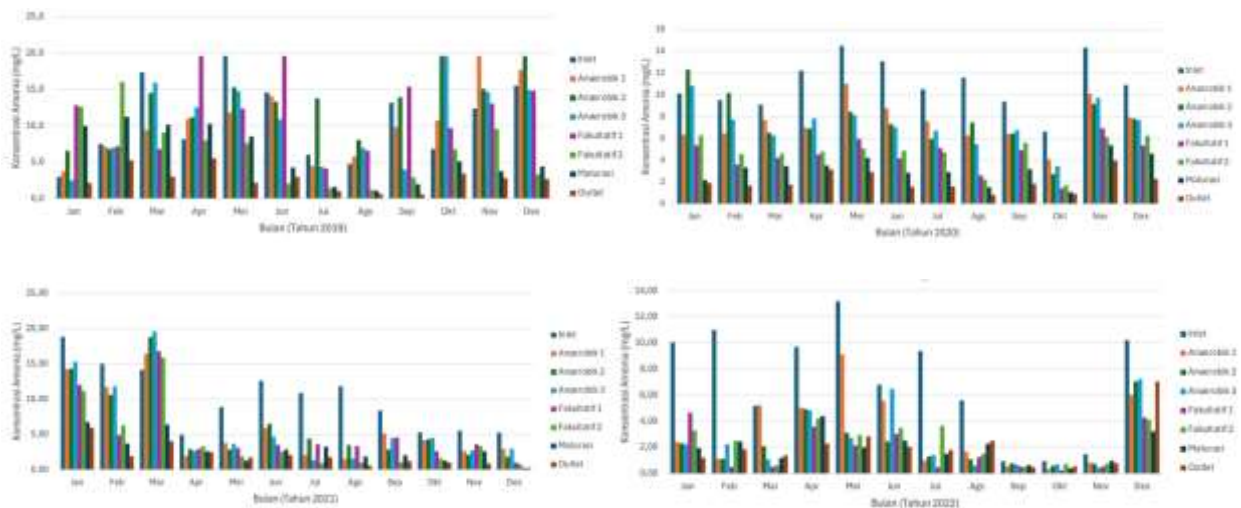
**Gambar 4.** Grafik Konsentrasi TSS pada Kolam Stabilisasi Tahun 2020-2022

Kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi memiliki rata-rata efisiensi penyisihan TSS berturut-turut adalah sebesar 51,18%; 28,06% dan 34,65% dari tahun 2019 hingga tahun 2022. Efisiensi pengolahan terkecil juga terjadi pada kolam fakultatif. Beberapa data menunjukkan konsentrasi TSS pada kolam fakultatif lebih tinggi dibandingkan konsentrasi TSS pada kolam anaerobik, dengan kenaikan konsentrasi terbesar terjadi pada bulan Juni tahun 2021. Pada bulan tersebut, konsentrasi TSS di kolam fakultatif mengalami kenaikan sebanyak 46,94% dibandingkan kolam anaerobik. Rata-rata efisiensi kolam stabilisasi untuk menurunkan konsentrasi TSS dari tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 72,47%; 79,03%; 87,23% dan 79,05%. Konsentrasi TSS pada outlet pada bulan Januari-Mei tahun 2019 menunjukkan nilai yang belum memenuhi baku mutu. Namun secara umum, rata-rata efisiensi pengolahan TSS pada kolam stabilisasi menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Grafik perbandingan konsentrasi TSS pada outlet kolam maturasi dengan baku mutu dapat dilihat Pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Konsentrasi TSS pada Outlet dengan Baku Mutu

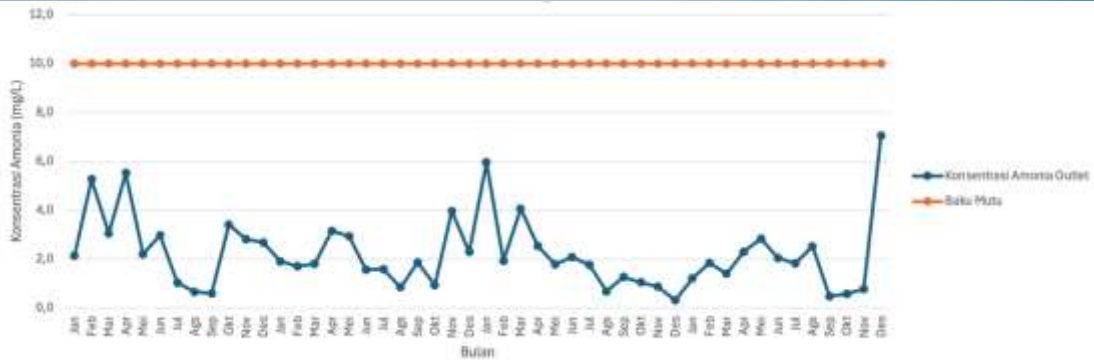
Rata-rata konsentrasi amonia pada tahun 2019 hingga 2022 adalah 9,7 mg/L. Konsentrasi amonia paling besar terjadi pada bulan Mei tahun 2019 yaitu sebesar 19,6 mg/L. Sedangkan konsentrasi amonia paling kecil terjadi pada September 2022 yaitu sebesar 0,96 mg/L. Data konsentrasi amonia di kolam stabilisasi pada IPAL Bojongsong pada umumnya menunjukkan kenaikan pada kolam anaerobik dan fakultatif. Rentang nilai konsentrasi BOD pada air limbah domestik di 59 kota dan kabupaten di Indonesia adalah 10-51 mg/L [13]. Nilai konsentrasi BOD inlet di IPAL Bojongsong dapat tergolong pada kadar yang sedang. Fluktuasi konsentrasi amonia pada inlet, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi dan outlet dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Konsentrasi Amonia pada Kolam Stabilisasi Tahun 2019-2022

Konsentrasi amonia mengalami peningkatan sebesar 16,94% pada kolam anaerobik dan sebesar 3,57% pada kolam fakultatif berdasarkan data kualitas air limbah pada tahun 2019. Rata-rata efisiensi penyisihan amonia kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi berturut-turut adalah 17,38%; 25,74% dan 26,63%. Penyisihan amonia terbaik terjadi pada kolam maturasi. Namun konsentrasi amonia pada outlet dari tahun 2019 hingga tahun 2022 menunjukkan konsentrasi yang berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Grafik perbandingan konsentrasi amonia pada outlet kolam maturasi dengan baku mutu dapat dilihat Pada Gambar 7.

Efisiensi penyisihan BOD dan TSS terbesar terjadi pada kolam anaerobik dengan rata-rata penyisihan sebesar 51%. Total efisiensi penyisihan BOD rata-rata pada tahun 2019-2022 adalah 79,73%. Nilai efisiensi penyisihan ini sudah cukup baik dan memenuhi karakteristik kinerja pengolahan kolam stabilisasi yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi yaitu 80-85% [15]. Sedangkan total efisiensi penyisihan TSS rata-rata pada tahun 2019-2022 adalah 79,44%. Nilai efisiensi penyisihan ini juga sudah baik dan memenuhi karakteristik kinerja pengolahan kolam stabilisasi yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi yaitu 73-83% [11].



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Konsentrasi Amonia pada Outlet dengan Baku Mutu

Efisiensi penyisihan amonia terbesar terjadi pada kolam maturasi. Total efisiensi penyisihan amonia rata-rata pada tahun 2019-2022 adalah 73,56% Nilai efisiensi penyisihan ini juga sudah baik dan melebihi karakteristik kinerja pengolahan kolam stabilisasi yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi yaitu 50-65% [15]. Rekapitulasi efisiensi penyisihan pada kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi dari tahun 2019 hingga 2022 dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Efisiensi Penyisihan Kolam Stabilisasi di IPAL Bojongsoang

No	Parameter	Tahun	Efisiensi Penyisihan (%)			Penyisihan Total (%)
			Kolam Anaerobik	Kolam Fakultatif	Kolam Maturasi	
1	BOD	2019	46,41	3,06	40,87	70,33
		2020	47,26	26,11	51,44	79,67
		2021	55,81	35,43	37,38	84,00
		2022	55,33	35,93	51,09	84,95
2	TSS	2019	43,59	13,83	42,12	72,47
		2020	43,18	24,52	50,24	79,03
		2021	64,84	29,65	35,06	87,23
		2022	53,12	44,23	11,18	79,05
3	Amonia	2019	-16,94	-3,57	41,88	67,95
		2020	20,78	32,28	46,54	81,71
		2021	28,84	27,98	40,49	80,06
		2022	36,83	46,19	-22,39	64,53

#### 4. Kesimpulan

Konsentrasi BOD pada inlet yang masuk ke kolam stabilisasi pada tahun 2019-2022 berada pada rentang 37,95 mg/L hingga 291,5 mg/L. Rata-rata efisiensi kolam stabilisasi untuk menurunkan konsentrasi BOD dari tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 70,33%; 79,67%; 84,00% dan 84,95%. Konsentrasi BOD pada outlet pada bulan September 2019 hingga April 2020 menunjukkan nilai yang belum memenuhi baku mutu. Namun secara umum, rata-rata efisiensi pengolahan BOD pada kolam stabilisasi menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun.

Konsentrasi TSS pada inlet yang masuk ke kolam stabilisasi pada tahun 2019-2022 berada pada rentang 69,0 mg/L hingga 526,9 mg/L. Rata-rata efisiensi kolam stabilisasi untuk menurunkan konsentrasi TSS dari tahun 2019-2022 berturut-turut adalah 72,47%; 79,03%; 87,23% dan 79,05%. Konsentrasi TSS pada outlet pada bulan Januari-Mei tahun 2019 menunjukkan nilai yang belum memenuhi baku mutu. Namun secara umum, rata-rata efisiensi pengolahan TSS pada kolam stabilisasi menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun.

Rata-rata konsentrasi amonia pada tahun 2019 hingga 2022 adalah 9,7 mg/L. Konsentrasi amonia mengalami peningkatan sebesar 16,94% pada kolam anaerobik dan sebesar 3,57% pada kolam fakultatif berdasarkan data kualitas air limbah pada tahun 2019. Rata-rata efisiensi penyisihan amonia kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi berturut-turut adalah 17,38%; 25,74% dan 26,63%. Konsentrasi amonia pada outlet memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

Efisiensi penyisihan BOD dan TSS terbesar terjadi pada kolam anaerobik dengan rata-rata penyisihan sebesar 51%, sedangkan efisiensi penyisihan amonia terbesar terjadi pada kolam maturasi. Rata-rata total efisiensi penyisihan BOD, TSS dan amonia berturut-turut adalah 79,73%; 79,44% dan 73,56%.

Nilai efisiensi ini memenuhi karakteristik kinerja yang diharapkan dari pengolahan yang menggunakan rangkaian kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan pada DRTPM DIKTI. Tulisan ini merupakan bagian dari penelitian yang dibiayai oleh Hibah Penelitian Dosen Pemula dari DRTPM Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dengan Nomor Kontrak 031/LPPM-UKRI/PL-PDP/2024.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Bansah KJ, Suglo RS. Sewage Treatment by Waste Stabilization Pond Systems. JENRM [Internet]. 2016 Apr. 30 [cited 2024 Mar. 13];3(1). Available from: <http://jenrm.uenr.edu.gh/index.php/uenrjournal/article/view/82>
- [2] Priutama YE, Sarwono A, Suryawan IWK. Evaluasi Karakteristik Air Limbah Hasil Pengolahan Waste Stabilization Pond di Kota Jakarta. Teras Jurna.2022;12(1):205–14.
- [3] Jatmoko M, Adinda AR, Siregar FH, Dalimunthe RC, Sari MM, Suryawan IWK. Perencanaan Proses Pengolahan Lindi di TPA Nusa Lembongan dengan Menggunakan Kolam Stabilisasi. J Tek Pengair J Water Resour Eng. 2021;12(2):165–73.
- [4] Mulyani N, Solikhin M. Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017. Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan. 2018;5(02):24-39.
- [5] Saleh C, Purnomo H. Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Di TPA Supit Urang Kota Malang. Jurnal Teknik Pengairan. 2014 Oct 3;5(1):103-9.
- [6] Handoko T. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (Iplt) Kabupaten Tulang Bawang Barat Sistem Kolam Stabilisasi (Studi Kasus: IPLT Penunangan Kabupaten Tulang Bawang Barat). Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung. 2021 Jun 1;2(1):19-25.
- [7] Bansah KJ, Suglo RS. Sewage treatment by waste stabilization pond systems. Journal of Energy and Natural Resource Management. 2016;3(1).
- [8] Al-Hashimi MAI, Hussain HT. Stabilization pond for wastewater treatment. European Scientific Journal. 2013;9(14):278–94.
- [9] Ali HQ, Üçüncü O. Modeling and optimizing wastewater stabilization ponds for domestic wastewater treatment. Civil Engineering Journal. 2023;9(11):2834–46.
- [10] Dalu JM, Ndamba J. Duckweed based wastewater stabilization ponds for wastewater treatment (a low cost technology for small urban areas in Zimbabwe). Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C [Internet]. 2003;28(20):1147–60. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706503001840>
- [11] Shamrukh M. Evaluation of the Efficiency of Elminia Wastewater Treatment Plant. Evaluation of the Efficiency of Elminia Wastewater Treatment Plant [Internet]. 2014;(April 2005). Available from: <https://www.researchgate.net/publication/268923620>
- [12] Trevino Quiroga FJ. Waste stabilization ponds for waste water treatment, anaerobic pond. Design Manual For Water Stabilization Ponds in the Mediterranean [Internet]. 2011;1–23. Available from: <http://home.eng.iastate.edu/~tge/ce421-521/Fernando J. Trevino Quiroga.pdf>
- [13] Bakkara CG, Purnomo A. Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia. Jurnal Teknik ITS. 2022;11(3):D75--D81.
- [14] Hadisoebroto R, Notodarmojo S. Pengaruh Debit Influen Terhadap Karakteristik Hidrodinamika Kolam Fakultatif Bojongsoang: Tanpa Pengaruh Angin. MAKARA of Technology Series [Internet]. 2010;8(3):83–9.
- [15] Sperlign M. Waste stabilisation ponds. IWA Publishing; 2007.