

Pemantauan Parameter Fisik dan Aktivitas Mikroorganisme Aerob di Unit *Oxidation Ditch* Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja

Syahrani Setia Wati*, Tuhu Agung Rachmanto

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

*Koresponden email: 22034010133@student.upnjatim.ac.id

Diterima: 14 Juni 2025

Disetujui: 21 Juni 2025

Abstract

Oxidation ditch is one of the widely used biological sewage treatment systems to treat fecal sludge by means of continuous aeration. This system relies on the activity of aerobic microorganisms, which require dissolved oxygen to break down organic compounds in wastewater effectively and sustainably. This study aims to monitor three important parameters in the oxidation ditch unit at the Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), namely Dissolved Oxygen (DO), temperature, and Sludge Volume 30 minutes (SV30). DO and temperature measurements are carried out routinely to ensure that environmental conditions continue to support the biological process in the aeration channel optimally. Meanwhile, the SV30 value is used to evaluate the effectiveness of activated sludge precipitation formed during the treatment process. Observations show that fluctuations in DO and temperature affect the performance of the treatment system, while the SV30 value reflects the sludge quality and overall process stability. Monitoring these three parameters is important to maintain the efficiency, reliability and sustainability of the overall domestic effluent treatment process.

Keywords: *oxidation ditch (od), dissolved oxygen (do), temperature, sludge volume 30 (sv30)*

Abstrak

Oxidation ditch merupakan salah satu sistem pengolahan limbah biologis yang banyak digunakan untuk mengolah lumpur tinja dengan cara aerasi berkelanjutan. Sistem ini mengandalkan aktivitas mikroorganisme aerob, yaitu mikroorganisme yang membutuhkan oksigen terlarut untuk memecah senyawa organik dalam air limbah secara efektif dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk memantau tiga parameter penting pada unit oxidation ditch di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), yaitu Dissolved Oxygen (DO), suhu, dan Sludge Volume 30 menit (SV30). Pengukuran DO dan suhu dilakukan secara rutin untuk memastikan kondisi lingkungan tetap mendukung proses biologis dalam saluran aerasi secara optimal. Sementara itu, nilai SV30 digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pengendapan lumpur aktif yang terbentuk selama proses pengolahan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fluktuasi nilai DO dan suhu berpengaruh terhadap kinerja sistem pengolahan, sedangkan nilai SV30 mencerminkan kualitas lumpur serta kestabilan proses secara keseluruhan. Pemantauan ketiga parameter ini penting untuk menjaga efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan proses pengolahan limbah domestik secara menyeluruh.

Kata Kunci: *oxidation ditch (od), dissolved oxygen (do), suhu, sludge volume 30 (sv30)*

1. Pendahuluan

Pengelolaan limbah cair merupakan salah satu aspek krusial dalam menjaga kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Dengan pertumbuhan populasi yang pesat dan peningkatan aktivitas industri, volume limbah yang dihasilkan semakin meningkat, sehingga memerlukan sistem pengolahan yang efektif dan efisien. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan manusia [1]. Oleh karena itu, pengolahan limbah yang tepat sangat penting untuk memenuhi standar lingkungan yang berlaku dan menjaga keberlanjutan sumber daya alam.

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) merupakan instalasi pengolahan air limbah yang dirancang untuk mengolah lumpur tinja agar tidak membahayakan bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitar [2]. Suatu teknologi gabungan untuk menyempurnakan sistem pembuangan dan pengolahan lumpur tinja agar tidak dibuang langsung ke badan air yang dapat mencemari air tanah, sungai, atau lingkungan sekitar [3], dengan fasilitas yang mengolah lumpur tinja secara biologis dengan

menggunakan proses lumpur aktif, salah satunya melalui unit oxidation ditch. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah cair adalah sistem pengolahan biologis, di mana mikroorganisme berperan penting dalam proses degradasi bahan organik. Unit oxidation ditch adalah salah satu teknologi yang diterapkan dalam pengolahan limbah cair, yang dikenal efektif dalam mengolah limbah dengan kandungan organik tinggi. Sistem ini beroperasi dengan prinsip aerasi berkelanjutan, di mana mikroorganisme aerobik berfungsi untuk menguraikan senyawa organik dalam limbah. Proses ini melibatkan interaksi kompleks antara berbagai karakteristik air limbah yang terbagi menjadi tiga, yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia, dan karakteristik biologis [4].

Dalam konteks ini, pemantauan parameter fisik seperti suhu, kadar oksigen terlarut (DO), dan laju sedimentasi (SV30) menjadi sangat penting. Suhu berperan penting dalam mempengaruhi laju reaksi biokimia dan aktivitas mikroorganisme, sedangkan DO merupakan indikator ketersediaan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerob untuk proses respirasi. Laju sedimentasi (SV30) juga memberikan informasi mengenai kemampuan mikroorganisme dalam mengendapkan partikel-partikel padat yang berpengaruh pada efisiensi pengolahan limbah [5]. Dengan memantau ketiga parameter ini, kita dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi operasional unit oxidation ditch dan kinerja mikroorganisme aerob yang terlibat dalam proses pengolahan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemantauan secara kuantitatif terhadap parameter fisik (suhu, DO, dan SV30) serta aktivitas mikroorganisme aerob pada unit oxidation ditch di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Dengan pendekatan kuantitatif, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat mengenai hubungan antara variabel fisik dengan performa mikroorganisme aerob dalam pengolahan limbah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis untuk optimasi operasional unit oxidation ditch dalam meningkatkan kualitas pengolahan lumpur tinja dan dapat menjadi acuan bagi pengelola instalasi pengolahan limbah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses biologis yang berjalan.

Untuk menilai seberapa baik kualitas air limbah, diperlukan sebuah analisis dengan menggunakan metode lumpur aktif. Pertama, Food to Mass Ratio (F/M Ratio). Untuk menghitung nilai F/M Ratio, dibutuhkan data seperti konsentrasi BOD pada influen dan efluen bak aerasi, laju aliran limbah yang masuk, volume bak aerasi, serta kadar biomassa dan padatan tersuspensi (MLSS) [6]. Hydraulic Retention Time (HRT) adalah istilah yang digunakan dalam proses pengolahan air, mengacu pada waktu rata-rata air limbah tetap berada di dalam reaktor, yang pada dasarnya adalah waktu reaksi rata-rata antara air limbah dan mikroorganisme di dalam reaktor [7]. Sludge Volume Index (SVI) atau yang biasa disebut SV30, berdasarkan *Standard Methods No. 2710*, diukur menggunakan corong *Imhoff*. Pengujian dilakukan dengan mengendapkan 1 liter air baku setelah proses jar test, kemudian mencatat volume lumpur yang terbentuk untuk menentukan nilai SVI [8].

Limbah dengan kandungan zat organik yang tinggi membutuhkan pasokan oksigen yang mencukupi agar proses dekomposisi oleh mikroorganisme berjalan optimal. Oleh karena itu, efisiensi sistem ini sangat bergantung pada kecukupan oksigen serta kestabilan lingkungan biologis tempat mikroorganisme bekerja [9]. Maka dari itu, Jenis Limbah, SDM, Lokasi, Biaya, dan Dampak Lingkungan harus dipertimbangkan. Keberhasilan teknologi pengolahan limbah tidak hanya bergantung pada aspek teknis, melainkan juga SDM harus mampu berkolaborasi dengan anggota tim lainnya untuk mencapai tujuan operasional dan memastikan sistem berfungsi dengan baik, dimana operator memiliki peran penting dalam pengoperasian dan pemantauan sistem agar teknologi mampu berfungsi optimal [10].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi parameter fisik pada unit Oxidation Ditch di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih Surabaya, khususnya parameter Dissolved Oxygen (DO), suhu, dan Sludge Volume 30 (SV30). Pemantauan dilakukan secara langsung di lapangan dengan mengacu pada Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku di IPLT, guna memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi aktual sistem. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan menggunakan alat ukur seperti DO meter digital untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu, serta *imhoff cone* untuk mengukur nilai SV30 melalui proses pengendapan lumpur selama 30 menit. Data yang diperoleh dicatat secara berkala selama periode pengamatan, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap parameter, membandingkannya dengan standar atau nilai ambang yang telah ditetapkan, serta menyajikan hasilnya dalam bentuk grafik. Penyajian visual ini bertujuan untuk mempermudah analisis dan interpretasi, sekaligus memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kinerja unit Oxidation Ditch dalam pengolahan lumpur tinja.

Agar sistem oxidation ditch bisa bekerja dengan maksimal berdasarkan parameter-parameter tersebut, instalasinya perlu dirancang sesuai dengan standar atau pedoman desain yang telah ditetapkan :

Tabel 1. Kriteria Desain Oxidation Ditch

Parameter	JSWA, 2013	Moore, 2003	Peraturan Menteri PU, 2014	U.S EP, 2000	Xia dan Liu, 2004	Kriteria Desain
SRT (hari)	-	27	-	4-48	20-40	20-40e)
HRT (jam)	24-36	-	-	6-30	-	24-36 c)
MLSS (mg/L)	3000- 4000	2700	3000-6000	-	1900-4900	3000-6000 d)
MLVSS (mg/L)	-	1800	-	-	-	1800 c)
Tinggi air (m)	1-5	-	1-1,5	-	2,5-3	2-3 a)
Kebutuhan oksigen (kg O ₂ /kg BOD)	1,4-2,2	-	-	-	-	1,4-2,2 b)
Rasio F:M	-	-	0,03-0,15	-	0,06	0,03-0,15 d)

Sumber : SOP IPLT Keputih Kota Surabaya (2022)

Tabel 2. Nilai Sludge Volume Index dan Indikasi

Nilai SVI (mL/g)	Indikasi
Kurang dari 100	Kotoran limbah lama, kemungkinan aliran pendek (short-circuiting). Kekeruhan limbah meningkat
100 - 250	Operasi normal, pengendapan baik. Kekeruhan limbah rendah
Lebih dari 250	Biosolid menggumpal, pengendapan buruk. Kekeruhan limbah tinggi

Sumber : Manual Operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (2023)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Kriteria Desain Oxidation Ditch

1. Beban BOD

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} & : \text{Debit (Q)} & = 150 \text{ m}^3.\text{hari} \\
 & \text{BOD in (So)} & = 130 \text{ mg/L} \\
 & & = 0,13 \text{ kg/m}^3 \\
 & \text{Volume Reaktor (V)} & = 386,10 \text{ m}^3 \\
 \text{Rumus} & : \text{Beban BOD} & = \frac{(\text{Debit} \times \text{BOD in})}{\text{Volume Reaktor}} \\
 & & = \frac{150 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,13 \text{ kg/m}^3}{386,10 \text{ m}^3} \\
 & & = 0,0505 \text{ kg/m}^3.\text{hari}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan F/M

a. OD 3

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} & : \text{Debit (Q)} & = 150 \text{ m}^3.\text{hari} \\
 & \text{BOD in (So)} & = 130 \text{ mg/L} \\
 & & = 0,13 \text{ kg/m}^3 \\
 & \text{BOD out (S)} & = 105 \text{ mg/L} \\
 & & = 0,105 \text{ kg/m}^3 \\
 & \text{MLSS} & = 2840 \text{ mg/L} \\
 & & = 2,84 \text{ kg/m}^3 \\
 & \text{Volume Reaktor (V)} & = 386,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumus} \quad : F/M &= \frac{(\text{Debit} \times (\text{BOD in} - \text{BOD out}))}{\text{MLSS} \times \text{Volume Reaktor}} \\ &= \frac{((150 \text{ m}^3 / \text{hari} \times (0,13 \text{ kg/m}^3 - 0,105 \text{ mg/L}))}{2,84 \times 386,10 \text{ m}^3} \\ &= 0,00341 \end{aligned}$$

b. OD 4

Diketahui : Debit (Q) = 150 m³.hari

BOD in (So) = 130 mg/L
= 0,13 kg/m³

BOD out (S) = 105 mg/L
= 0,105 kg/m³

MLSS = 1180 mg/L
= 1,18 kg/m³

Volume Reaktor (V) = 386,10 m³

$$\begin{aligned} \text{Rumus} \quad : F/M &= \frac{(\text{Debit} \times (\text{BOD in} - \text{BOD out}))}{\text{MLSS} \times \text{Volume Reaktor}} \\ &= \frac{(150 \text{ m}^3 / \text{hari} \times (0,13 \text{ kg/m}^3 - 0,105 \text{ mg/L}))}{1,18 \times 386,10 \text{ m}^3} \\ &= 0,00823 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Nitrogen

Diketahui : Perbandingan = BOD : Nitrogen (N) : Fosfor (P)

= 100 : 5 : 1

BOD in (So) = 130 mg/L
= 0,13 kg/m³

Volume (V) = 386,10 m³

$$\begin{aligned} \text{Rumus} \quad : \text{Nitrogen (N)} &= \frac{\text{Nilai N}}{\text{Nilai BOD}} \times (\text{BOD in} \times \text{Volume}) \\ &= \frac{5}{100} \times (0,13 \text{ kg/m}^3 \times 386,10 \text{ m}^3) \\ &= \frac{5}{100} \times (50,193 \text{ kg}) \\ &= 2,50965 \text{ kg} \times 46\% \\ &= 1,15 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Fosfor

Diketahui : Perbandingan = BOD : Nitrogen (N) : Fosfor (P)

= 100 : 5 : 1

BOD in (So) = 130 mg/L
= 0,13 kg/m³

$$\begin{aligned}
 \text{Volume (V)} &= 386,10 \text{ m}^3 \\
 \text{Rumus : Nitrogen (N)} &= \frac{\text{Nilai P}}{\text{Nilai BOD}} \times (\text{BOD in x Volume}) \\
 &= \frac{1}{100} \times (0,13 \text{ kg/m}^3 \times 386,10 \text{ m}^3) \\
 &= \frac{1}{100} \times (50,193 \text{ kg}) \\
 &= 0,5 \text{ kg} \times 46\% \\
 &= 0,23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan HRT

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : Debit (Q)} &= 150 \text{ m}^3 \cdot \text{hari} \\
 \text{Volume Reaktor (V)} &= 386,10 \text{ m}^3 \\
 \text{Rumus : HRT} &= \frac{\text{Volume (V)}}{\text{Debit (Q)}} \\
 &= \frac{386,10 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3 \cdot \text{hari}} \\
 &= 61,776
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan SVI

a. OD 3

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : Volume Reaktor (V)} &= 386,10 \text{ m}^3 \\
 \text{MLSS} &= 2480 \text{ mg/L} \\
 \text{Rumus : HRT} &= \frac{\text{Volume (V)} \times 1000}{\text{MLSS OD 3}} \\
 &= \frac{386,10 \text{ m}^3 \times 1000}{2480 \text{ mg/L}} \\
 &= 140,845 \text{ ml/g}
 \end{aligned}$$

b. OD 4

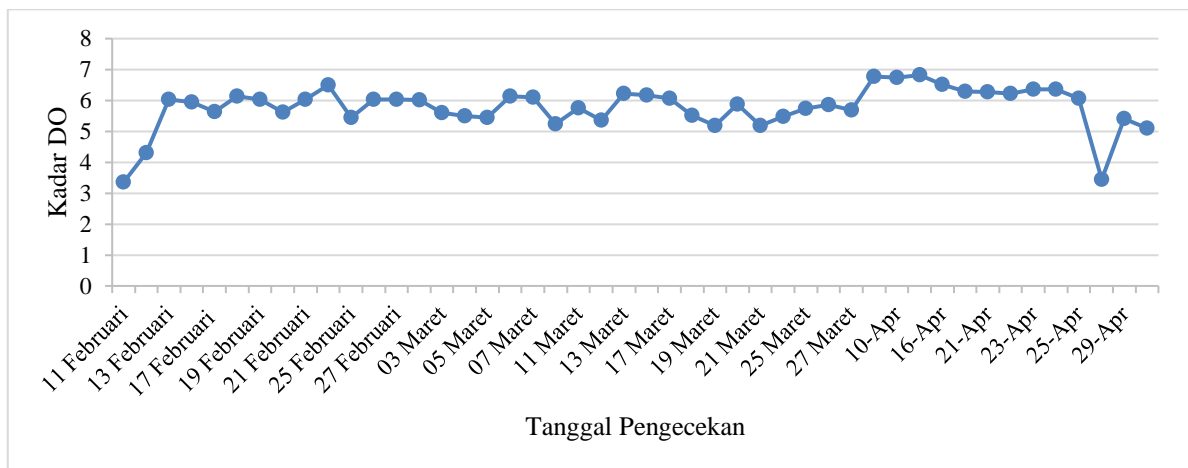
$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : Volume Reaktor (V)} &= 386,10 \text{ m}^3 \\
 \text{MLSS} &= 1180 \text{ mg/L} \\
 \text{Rumus : HRT} &= \frac{\text{Volume (V)} \times 1000}{\text{MLSS OD 4}} \\
 &= \frac{386,10 \text{ m}^3 \times 1000}{1180 \text{ mg/L}} \\
 &= 338,983 \text{ ml/g}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa nilai MLSS berada di bawah standar yang telah ditetapkan dalam desain sistem, yang mengindikasikan adanya potensi ketidakseimbangan dalam proses biologis yang berlangsung. Ketika dilakukan perhitungan lanjutan terhadap parameter penting lainnya seperti rasio F/M, HRT, dan SVI, hasilnya pun menunjukkan adanya ketidaksesuaian dengan kriteria desain, sehingga memperkuat dugaan bahwa sistem belum bekerja secara optimal. Untuk memahami lebih dalam penyebab dari kondisi ini dan mendapatkan gambaran yang lebih utuh mengenai performa sistem pengolahan, dilakukan analisis terhadap kebutuhan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor yang sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam menjalankan proses dekomposisi limbah secara efisien.

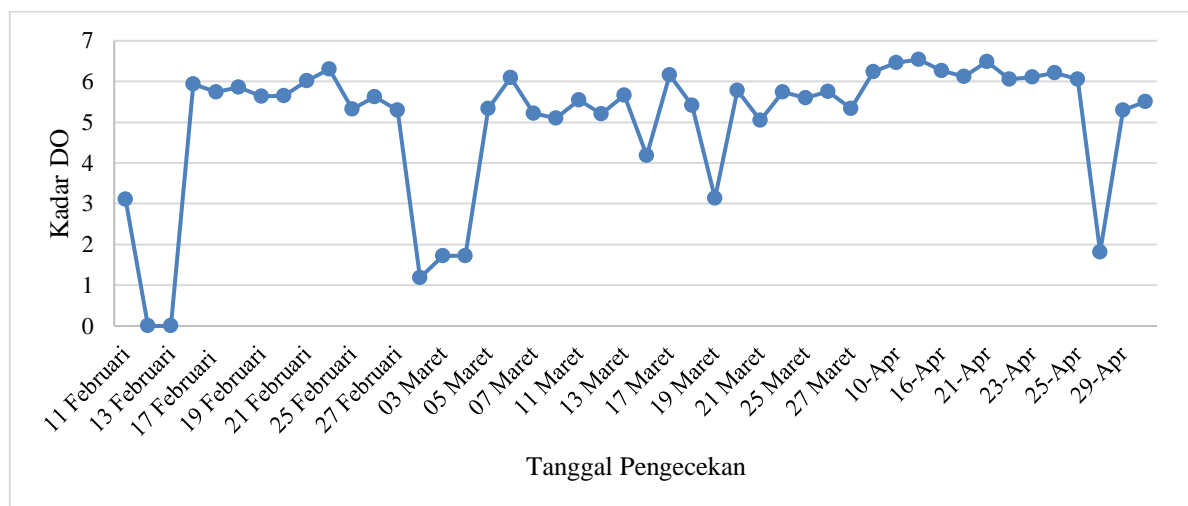
3.2. Pemantauan Dissolved Oxygen pada Oxidation Ditch

Oksigen terlarut memiliki peran krusial dalam proses oksidasi dan reduksi senyawa organik maupun anorganik di perairan, yang mendukung pengolahan limbah secara aerobik [11]. Selain itu, oksigen terlarut juga berfungsi sebagai indikator kualitas air, karena ketercukupannya membantu menurunkan beban pencemaran secara alami melalui proses biokimia tersebut [12]. Sumber oksigen utama dalam perairan berasal dari difusi udara bebas serta hasil fotosintesis organisme akuatik.

Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 mg/L dalam keadaan normal dan tidak tercemar dengan senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan bakteri [13]. Nilai ini dianggap sebagai ambang minimum yang diperlukan untuk mendukung stabilitas populasi mikroorganisme serta menjaga keberlanjutan proses oksidasi biologis. Pemantauan rutin terhadap DO menjadi penting untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan dalam reaktor tetap mendukung aktivitas biologis, serta untuk mencegah kondisi anaerob yang dapat menyebabkan gangguan proses dan timbulnya bau tidak sedap.



Gambar 1. Grafik Dissolved Oxygen Pada Oxidation Ditch 3
 Sumber : Data Penelitian (2025)



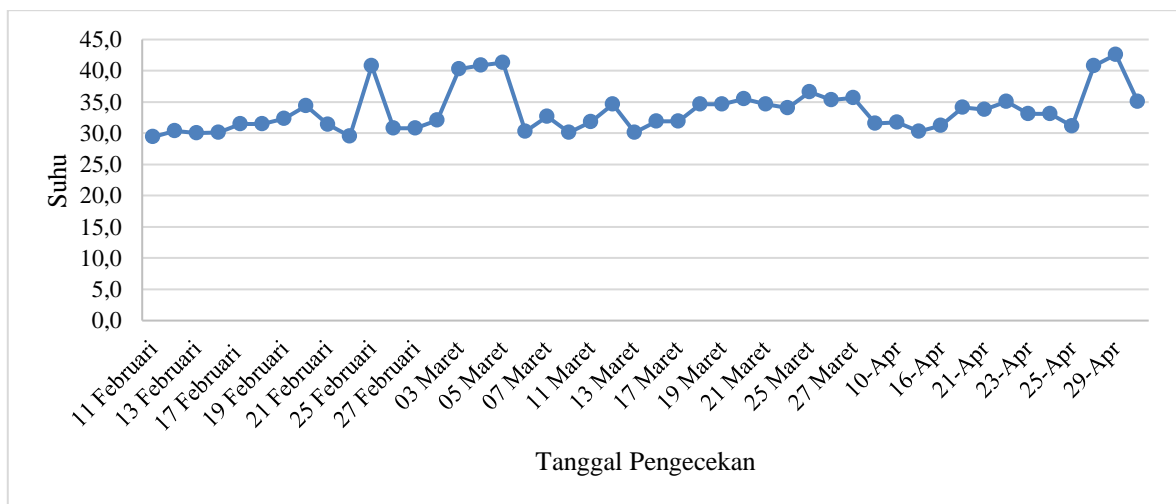
Gambar 2. Grafik Dissolved Oxygen Pada Oxidation Ditch 4
 Sumber : Data Penelitian (2025)

Selama periode pemantauan yang berlangsung selama tiga bulan, kadar oksigen terlarut (DO) di unit oxidation ditch umumnya tercatat berada dalam rentang 5 hingga 6 mg/L, yang secara umum masih tergolong baik untuk mendukung aktivitas mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah. Meskipun demikian, terdapat beberapa temuan yang menunjukkan nilai DO lebih rendah, yakni antara 1 hingga 4 mg/L, yang mengindikasikan adanya gangguan sementara pada kondisi di lapangan. Rendahnya kadar DO tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya konsentrasi padatan yang ada di dalam saluran pada saat itu, yang dapat menghambat pergerakan oksigen di dalam air. Selain itu, pernah pula tercatat nilai DO mendekati 1 mg/L di salah satu unit (OD 4), yang ternyata berkaitan dengan tidak berfungsinya rotor

sebagai komponen utama dalam proses aerasi. Secara keseluruhan, kadar DO masih berada di atas ambang batas minimum yang direkomendasikan, namun perlu diperhatikan bahwa kadar oksigen yang terlalu tinggi juga tidak selalu menguntungkan, karena dapat menyebabkan proses aerasi menjadi kurang efisien dan mengakibatkan pemborosan energi tanpa memberikan manfaat tambahan yang signifikan bagi proses biologis itu sendiri.

3.3. Pemantauan Suhu pada Oxidation Ditch

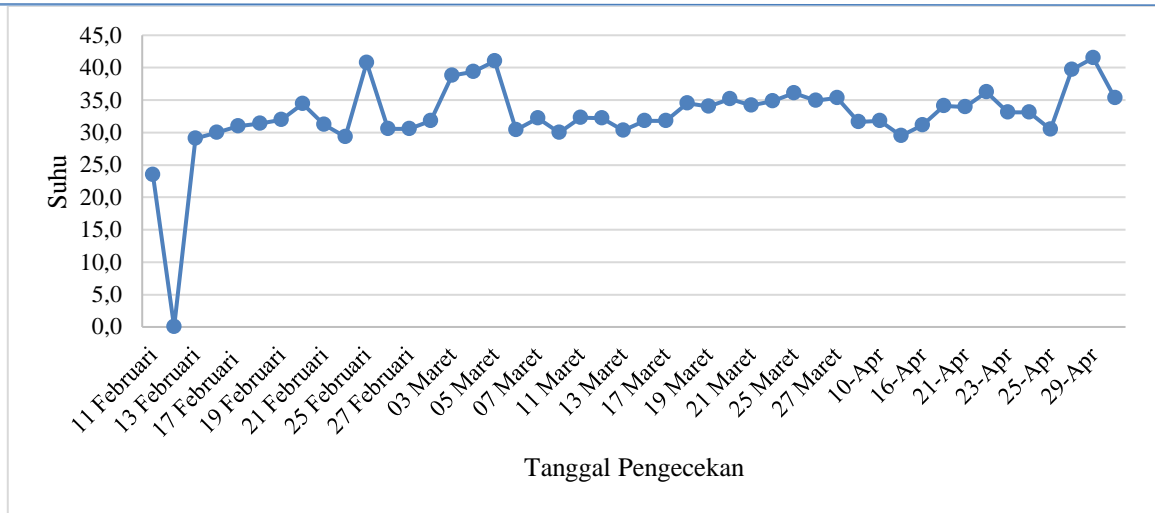
Suhu perairan tropik umumnya berkisaran 25–35°C, dengan suhu inkubasi yang relative lebih rendah bisa jadi aktivitas bakteri pengurai juga lebih rendah dan juga tidak optimal sebagaimana yang diharapkan. Dalam hal ini, suhu juga mempengaruhi diversitas (keanekaragaman) organisme yang ada, semakin rendah suhu maka diversitas organisme akan semakin kecil. Akibatnya siklus makanan menjadi tidak lancar dan ini mengakibatkan lambatnya pemurnian air limbah secara biologis [14]. Namun, ketika suhu turun di bawah kisaran tersebut, kemampuan bakteri dalam mendegradasi bahan organik secara alami cenderung menurun, karena metabolisme mereka menjadi lebih lambat. Penurunan aktivitas mikroorganisme ini berdampak langsung pada efisiensi proses penguraian, sehingga sistem tidak mampu bekerja secara optimal sebagaimana yang telah dirancang. Akibatnya, kualitas pengolahan limbah bisa menurun, dan hasil akhirnya mungkin tidak memenuhi standar yang diharapkan.



Gambar 3. Grafik Suhu Pada Oxidation Ditch 3

Sumber : Data Penelitian (2025)

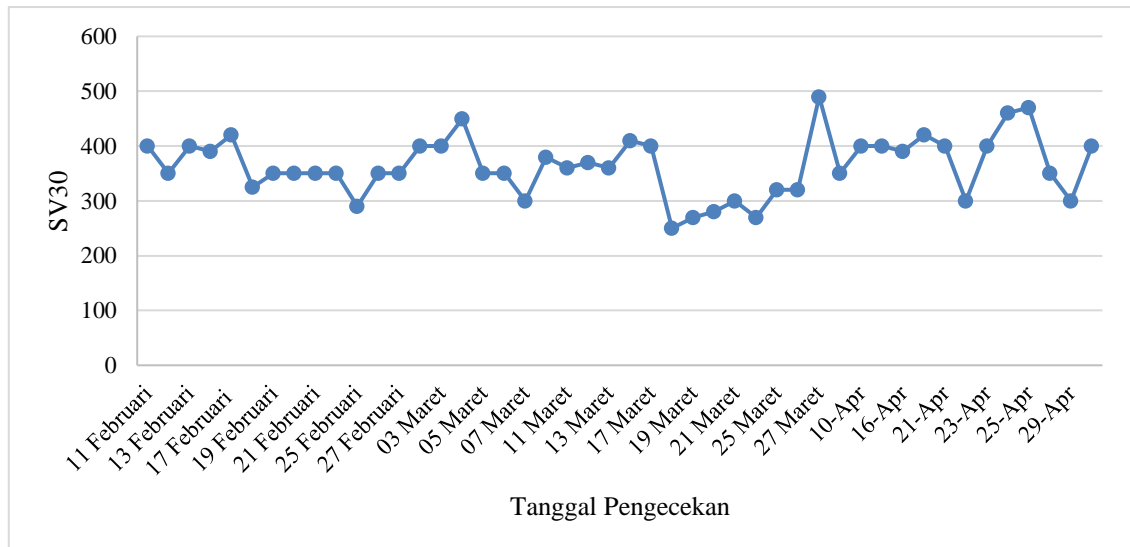
Berdasarkan hasil pemantauan yang dilakukan selama tiga bulan, suhu air di unit oxidation ditch pada umumnya tercatat berada dalam kisaran 30 hingga 34°C, yang masih termasuk dalam rentang ideal untuk mendukung proses biologis dalam pengolahan limbah. Namun, terdapat satu kali pengecekan yang menunjukkan suhu lebih tinggi dari biasanya, yakni sekitar 40°C, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat itu, khususnya tingginya intensitas sinar matahari yang langsung mengenai permukaan air. Di sisi lain, juga sempat tercatat suhu 0°C pada salah satu hari pengukuran. Nilai ini bukan mencerminkan kondisi suhu sebenarnya, melainkan terjadi karena rotor di unit OD tidak berfungsi saat itu, sehingga tidak dapat dilakukan pengecekan rutin. Kondisi tersebut menjadi pengingat pentingnya memastikan peralatan pendukung tetap berfungsi dengan baik agar data yang diperoleh benar-benar mencerminkan keadaan di lapangan.



Gambar 4. Grafik Suhu Pada Oxidation Ditch 4
Sumber : Data Penelitian (2025)

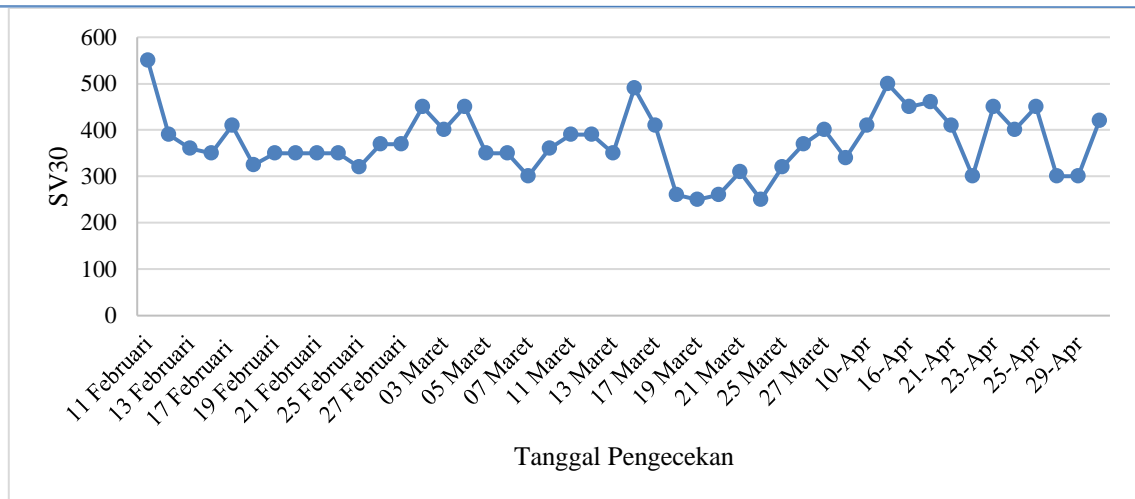
3.4. Pemantauan Sludge Volume 30 (minute) pada Oxidation Ditch

SV30 (Sludge Volume 30) adalah untuk mengetahui laju pengendapan lumpur aktif. Lumpur aktif yang laju pengendapan baik menunjukkan nilai SV30 berada pada nilai 400 sampai dengan 600 mg/L [15]. Nilai ini biasanya dinyatakan dalam satuan mililiter per liter (mL/L) dan memberikan gambaran mengenai jumlah padatan tersuspensi yang memiliki massa jenis lebih besar daripada air, sehingga dapat turun dan membentuk endapan di dasar wadah setelah periode tertentu. Melalui pengukuran ini, kita bisa menilai apakah lumpur aktif di dalam kolam aerasi masih bekerja dengan baik dalam proses pengendapan, karena lumpur yang sehat dan aktif akan menunjukkan kemampuan mengendap yang optimal.



Gambar 5. Grafik Sludge Volume 30 Minute Pada Oxidation Ditch 3
Sumber : Data Penelitian (2025)

Dari hasil pemantauan yang telah dilakukan, nilai SV30 yang tercatat berada dalam kisaran antara 200 hingga 500 mL/L, yang menunjukkan adanya variasi dalam kemampuan lumpur untuk mengendap di dalam sistem. Rentang nilai ini menggambarkan bahwa proses pengendapan lumpur belum berjalan secara optimal, terutama karena beberapa pengukuran menunjukkan nilai yang masih berada di bawah standar ideal yang seharusnya dicapai untuk memastikan efisiensi pengolahan. Kondisi ini menandakan bahwa lumpur mungkin belum sepenuhnya aktif atau efisien dalam proses pengendapan, sehingga perlu adanya perhatian lebih lanjut untuk memperbaiki kondisi agar lumpur dapat mengendap dengan lebih baik dan mendukung kinerja sistem pengolahan secara keseluruhan.



Gambar 6. Grafik Sludge Volume 30 Minute Pada Oxidation Ditch 4
Sumber : Data Penelitian (2025)

4. Kesimpulan

Nilai MLSS yang berada di bawah standar desain menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme di unit Oxidation Ditch (OD) belum berjalan secara optimal. Hal tersebut dapat berdampak pada rendahnya rasio F/M dan SVI sebagaimana terlihat dari hasil perhitungan yang tidak memenuhi kriteria desain, serta diperkuat oleh temuan lain dari hasil pemantauan. Hasil pemantauan tersebut menunjukkan bahwa beberapa parameter penting seperti DO, suhu, SV30, BOD, dan HRT masih berada di luar rentang standar yang ditetapkan dalam SOP, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan limbah ini belum beroperasi dengan baik. Sebagaimana yang diharapkan, untuk mengatasi kondisi tersebut dilakukan serangkaian perbaikan yang mencakup perhitungan kebutuhan tambahan nitrogen dan fosfor guna mendukung pertumbuhan mikroorganisme, peningkatan suplai oksigen melalui penambahan atau optimalisasi aerator yang ada, serta memastikan bahwa *mammoth rotor* berfungsi secara maksimal demi menjamin proses aerasi berjalan efektif, sambil tetap menjaga efisiensi sistem tanpa melakukan perombakan besar pada unit lain. Seiring dengan itu, dilakukan pula penyesuaian pada debit air ke unit aerasi untuk menurunkan HRT agar waktu tinggal air sesuai dengan kapasitas desain, sehingga seluruh proses pengolahan dapat berlangsung lebih stabil, efisien, dan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

5. Referensi

- [1] Sumantri, A., & Cordova, M. R. (2011). Dampak limbah domestik perumahan skala kecil terhadap kualitas air ekosistem penerimanya dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2), 127–134.
- [2] Oktarina, D., & Haki, H. (2013). Perencanaan instalasi pengolahan lumpur tinja sistem kolam Kota Palembang (Studi kasus: IPLT Sukawinatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 74–75.
- [3] Dian, G., & Herumurti, W. (2016). Evaluasi kinerja instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) Keputih, Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), D13-D18.
- [4] Metcalf, & Eddy. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- [5] Praewa, W., & Park, J. K. (2022). Prediction of sludge volume index in a wastewater treatment plant using recurrent neural network. *Sustainability*, 14(10), 6276.
- [6] Kencanawardhani, L. G., & Nugraha, W. D. (2016). Pengaruh F/M ratio pada produksi biogas dari limbah sekam padi dengan metode solid state. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(4).
- [7] Hasanah, N. A. I. (2013). Pengaruh hydraulic retention time (HRT) terhadap hasil produksi gas metan pada pengolahan air limbah kantin menggunakan hybrid anaerobic reactor / *The influence of hydraulic retention time (HRT) to methane gas production in canteen wastewater treatment*.
- [8] American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), & Water Environment Federation (WEF). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA.
- [9] Firdaus, M. I., Saptomo, S. K., & Febrita, J. (2018). Evaluasi kinerja unit instalasi pengolahan air limbah Bojongsoang, Bandung (*Performance evaluation of wastewater treatment plant unit*

- Bojongsoang, Bandung*). Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [10] Firdaus, N. P. A., & Mirwan, M. (2024). Matriks pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestic berdasarkan aspek teknis, SDM kelembagaan, pembiayaan, dan sosial atau peran serta masyarakat. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(7), 65–72.
- [11] Afwa, R. S., Muskananfolo, M. R., Rahman, A., Suryanti, & Sabdaningsih, A. (2021). Analysis of the load and status of organic matter pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3).
- [12] Sutriati, A. (2011). Penilaian kualitas air sungai dan potensi pemanfaatannya: Studi kasus S. Cimanuk. *Jurnal Sumber Daya Air*, 7(1), 1-17.
- [13] Fisma, I. Y., & Bhernama, B. G. (2020). Analisis air limbah yang masuk pada wastewater treatment plant (WWTP). Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- [14] Hidayat, N. (2016). *Bioproses limbah cair*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- [15] Dhamayanthie, I., & Fauzi, A. (2017). Pengaruh bakteri pada bak aerasi di unit wastewater treatment. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(3).