



Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik dengan Perhitungan Beban Pencemar di Industri Manufaktur PT. X

Audy Eka Miesta¹✉, Aussie Amalia¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.53923

✉ Corresponding author:

[22034010073@student.upnjatim.ac.id]

Article Info	Abstrak
Kata kunci: <i>IPAL Domestik;</i> <i>Kualitas air limbah;</i> <i>Beban Pencemar;</i> <i>Evaluasi Kinerja</i>	Peningkatan aktivitas domestik pada kegiatan industri dapat menyebabkan kenaikan intensitas air limbah yang menurunkan kualitas lingkungan perairan apabila tidak dikelola secara optimal. Evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik menjadi langkah penting untuk memastikan efektivitas pengolahan dan kepatuhan terhadap baku mutu yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja IPAL domestik berdasarkan kualitas effluent dan perhitungan beban pencemar. Metode penelitian yang digunakan yaitu pendekatan kuantitatif deskriptif dengan pengambilan sampel air limbah pada titik outlet IPAL menggunakan metode grab sampling. Parameter yang dianalisis meliputi pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak, amoniak, total coliform, dan suhu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh parameter effluent IPAL memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016.
Keywords: <i>Domestic WWTP;</i> <i>Wastewater quality;</i> <i>Pollutant load;</i> <i>Performance evaluation</i>	Abstract <i>The increase in domestic activities within industrial operations can lead to higher wastewater generation, which may degrade aquatic environmental quality if not managed properly. Evaluating the performance of domestic Wastewater Treatment Plants (WWTPs) is therefore essential to ensure treatment effectiveness and compliance with applicable effluent standards. This study aims to assess the performance of a domestic WWTP based on effluent quality and pollutant load calculations. The research employed a descriptive quantitative approach, with wastewater samples collected at the WWTP outlet using the grab sampling method. The analyzed parameters included pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), oil and grease, ammonia, total coliform, and temperature. The results indicate that all effluent parameters met the domestic wastewater quality standards stipulated in the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number 68 of 2016.</i>

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk berimplikasi pada bertambahnya volume serta beban pencemar air limbah domestik yang dibuang ke badan air. Di kawasan perkotaan, sektor domestik sering menjadi penyumbang utama pencemaran air permukaan, sehingga pengelolaan air limbah domestik yang efektif menjadi kebutuhan krusial untuk

Received 20 December 2025; Received in revised form 28 December 2025 year; Accepted 31 December 2025

Available online 3 January 2026 / © 2026 The Authors. Published by Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

mencegah penurunan kualitas air dan dampak terhadap kesehatan masyarakat (Lestari 2020). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sistem yang dirancang untuk mengolah air limbah yang mengandung parameter pencemar, seperti *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), amonia (NH_3), serta bahan berbahaya lainnya, sehingga konsentrasi pencemar dapat dikurangi atau dihilangkan (Qasyim 2016). Tujuan dibangunnya IPAL adalah untuk mengolah dan mengelola air limbah agar aman bagi lingkungan dan kesehatan makhluk hidup sebelum dibuang ke badan air atau dimanfaatkan kembali. Pembuangan limbah cair secara langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan serta berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat (Akhmaddhian 2021). Industri yang menghasilkan air limbah atau limbah cair wajib melakukan pengolahan limbah tersebut serta memastikan bahwa air limbah yang dibuang aman bagi lingkungan. Berbagai studi terdahulu menunjukkan bahwa air limbah domestik umumnya memiliki fraksi organik yang cukup tinggi, sehingga dapat memberikan dampak signifikan terhadap kualitas badan air penerima apabila tidak dikelola dengan baik (Taruna 2024).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah didefinisikan sebagai air sisa yang dihasilkan dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas kehidupan sehari-hari manusia yang berkaitan dengan penggunaan air. Secara umum, karakteristik air limbah diklasifikasikan ke dalam tiga aspek utama, yaitu fisika, kimia, dan biologi (Eddy 2014). Sifat fisika, kimia, dan biologi air limbah tergantung pada sumber kegiatan penghasil air limbah tersebut. Seiring meningkatnya sektor industri maka kontribusi pencemaran air terhadap lingkungan juga semakin bertambah. Di Indonesia upaya dalam pengendalian pencemaran masih banyak menghadapi kendala (Apriliyani 2023).

Dalam proses produksinya, industri manufaktur otomotif PT. X menghasilkan limbah cair domestik yang berasal dari aktivitas pendukung operasional, seperti sanitasi karyawan, kantin, dan fasilitas perkantoran. Apabila tidak dikelola dengan baik, air limbah domestik berpotensi menimbulkan pencemaran air dan tanah serta gangguan terhadap kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi kinerja IPAL domestik secara berkala untuk memastikan sistem pengolahan beroperasi secara efektif dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Evaluasi kinerja IPAL tidak hanya didasarkan pada konsentrasi parameter pencemar, tetapi juga menggunakan pendekatan beban pencemar yang mempertimbangkan debit air limbah. Pendekatan ini memberikan wawasan yang lebih menyeluruh mengenai potensi pencemaran yang dihasilkan serta efektivitas proses pengolahan. Perhitungan beban pencemar dilakukan dengan mengalikan nilai konsentrasi parameter dengan debit untuk memperoleh beban pencemar. Beberapa studi evaluasi menunjukkan bahwa tingkat akurasi perhitungan beban sangat dipengaruhi oleh debit dan frekuensi pengambilan sampel. Oleh karena itu, evaluasi secara triwulan dengan sampling berulang direkomendasikan guna meminimalkan ketidakpastian hasil perhitungan (Ngoma 2020).

Permasalahan yang terjadi dalam penelitian ini berasal dari meningkatnya aktivitas domestik di lingkungan industri manufaktur yang kemudian berdampak pada peningkatan volume dan beban pencemar air limbah domestik. Keberadaan IPAL Domestik di PT. X tidak menjamin kinerja IPAL yang selalu stabil dan optimal, adakalanya sistem IPAL mengalami penurunan efisiensi akibat fluktuasi debit, perubahan karakteristik limbah, maupun peningkatan aktivitas domestik. Evaluasi kinerja IPAL harus dilakukan secara berkala untuk meminimalisir resiko bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, evaluasi IPAL yang hanya didasarkan pada konsentrasi parameter pencemar dinilai belum cukup komprehensif, karena belum mencakup besarnya massa pencemar yang dilepaskan ke lingkungan. Dilakukan perhitungan beban pencemar yang mempertimbangkan konsentrasi dan debit air limbah. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengangkat permasalahan mengenai evaluasi kinerja IPAL domestik PT. X dalam mengolah air limbah domestik serta kemampuannya dalam mengendalikan beban pencemar yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja IPAL domestik di Industri Manufaktur PT. X dalam mengolah air limbah domestik sebelum dibuang ke lingkungan. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu analisis kualitas effluent dan perhitungan beban pencemar. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas effluent IPAL domestik berdasarkan parameter yang diujikan, yaitu BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak, amonia, total coliform, dan suhu. Parameter-parameter tersebut merupakan indikator penting dalam menilai kualitas proses pengolahan air limbah yang dilakukan oleh IPAL serta memastikan bahwa air limbah yang dibuang telah memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan (Fachria 2019). Membandingkan hasil pengujian kualitas air limbah dengan baku mutu air limbah domestik sesuai peraturan yang berlaku, menghitung beban pencemar, dan menilai efektivitas IPAL Domestik dalam mengendalikan potensi pencemaran lingkungan.

Air limbah hasil pengolahan wajib memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, sebagaimana tercantum dalam Lampiran I. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa besarnya beban polutan domestik dalam limbah akan semakin mempercepat penurunan kualitas air sungai dan badan air lainnya, terutama ketika dipengaruhi oleh faktor-faktor pendukung seperti waktu retensi air, suhu, dan debit yang dapat memperburuk kemampuan alami perairan dalam memulihkan kualitasnya (Pinanggih 2021). Kurangnya pengelolaan air limbah domestik hingga saat ini menjadi salah satu penyebab utama terjadinya pencemaran badan air, sehingga diperlukan

pengelolaan air limbah domestik pada industri atau badan usaha sesuai dengan standar yang berlaku guna meminimalkan dampak pencemaran terhadap lingkungan perairan (Zevhiana 2023).

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik selama periode tiga bulan terakhir. Evaluasi dilakukan melalui analisis parameter fisikokimia air limbah serta perhitungan beban pencemar untuk mengetahui efektivitas sistem pengolahan dalam menurunkan potensi pencemaran lingkungan. Parameter yang dianalisis meliputi indikator utama kualitas air limbah domestik yang selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran langsung kualitas air limbah pada titik outlet IPAL, sedangkan data sekunder bersumber dari catatan operasional IPAL, seperti data debit dan waktu operasi, serta studi literatur yang relevan dengan pengolahan air limbah domestik guna memperkuat landasan teoritis penelitian (Sutanhaji 2021).

Pengambilan sampel air limbah dilakukan secara berkala selama periode tiga bulan menggunakan metode *grab sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel sesaat pada titik dan waktu tertentu yang mewakili kondisi aktual sistem pengolahan. Metode *grab sampling* dipilih karena banyak diterapkan dalam penelitian kualitas air limbah, termasuk evaluasi kinerja IPAL domestik, serta dinilai efektif dalam menggambarkan variasi kualitas effluent pada saat pengambilan sampel dilakukan (Sutanhaji 2021). Sampel air limbah diambil pada titik outlet IPAL untuk menilai kualitas air limbah setelah melalui seluruh rangkaian proses pengolahan. Seluruh sampel dikumpulkan menggunakan botol steril, diberi label sesuai waktu dan lokasi pengambilan, kemudian disimpan dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Prosedur pengambilan, penyimpanan, dan penanganan sampel dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku, mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang Pengambilan Contoh Air Limbah, guna menjamin keakuratan dan keterwakilan data hasil analisis (Jama 2023).

Pengujian kualitas air limbah dilakukan untuk mengetahui karakteristik effluent hasil pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik serta menilai kesesuaianya terhadap baku mutu yang berlaku. Sampel air limbah dianalisis di laboratorium terakreditasi menggunakan metode uji standar sesuai SNI dan Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Parameter yang dianalisis meliputi pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amonia, total coliform, dan suhu. Hasil pengujian kualitas air limbah selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 untuk menilai kinerja IPAL domestik.

Tabel 2.1 Metode Pengujian Kualitas Air Limbah IPAL Domestik

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Spesifikasi Metode
pH	-	6-9	SNI 6989.11:2019
BOD	mg/L	30	SNI 6989.72:2009
COD	mg/L	100	SNI 6989.2:2019
TSS	mg/L	30	SM APHA 23 rd Ed., 2540 D, 2017
Minyak dan Lemak	mg/L	5	SNI 6989.10:2011
Amonia	mg/L	10	SNI 06-6989.30-2005
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000	SM APHA 24 th Ed., 9221 B&C, 2023
Suhu	°C	-	SNI 06-6989.23-2005

(Sumber: Hasil Pengujian IPAL Domestik 2025)

Perhitungan beban pencemar dilakukan untuk mengetahui jumlah massa zat pencemar yang dilepaskan oleh IPAL dalam suatu periode tertentu. Rumus dasar yang umum digunakan dalam berbagai studi evaluasi kualitas air limbah adalah sebagai berikut (Djuwita 2021):

$$\text{Beban Pencemar} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}} \right) = \text{Konsentrasi Parameter} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times \text{Debit Air Limbah} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right) \times 10^{-3}$$

Perhitungan beban pencemar dilakukan untuk setiap parameter utama (BOD, COD, TSS) sehingga dapat menentukan efisiensi pengolahan berdasarkan persentase pengurangan beban. Untuk menjamin validitas hasil analisis laboratorium, setiap parameter diuji minimal dua kali dan nilai yang diperoleh dirata-ratakan guna meminimalkan kesalahan acak. Potensi kendala dalam penelitian ini meliputi fluktuasi debit harian, variasi kualitas air limbah pada sumber, serta keterbatasan data operasional IPAL, yang seluruhnya perlu dicantumkan dan dibahas dalam interpretasi hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

Pengujian kualitas air limbah IPAL domestik dilakukan selama periode Juli – September dengan debit maksimum sebesar 9,5 m³/hari. Dengan menganalisis parameter pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, ammonia, total coliform, dan suhu. Hasil pengujian selanjutnya dievaluasi dengan membandingkannya terhadap baku mutu air

limbah domestik sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Adapun unit yang digunakan yaitu Bak Ekualisasi, Sedimentasi I, Bak Aerasi, Sedimentasi II. Ekualisasi adalah bak penampung yang berfungsi untuk mengatur debit air limbah dalam pengolahan air limbah, juga berfungsi memisahkan minyak dan lemak. Sedimentasi awal berfungsi untuk mengendapkan lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge* dan penampung lumpur. Pencampuran karbon pada bak sedimentasi awal bertujuan untuk menggabungkan padatan - padatan kecil supaya mengendap ke dasar bak. Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/oksigen dalam air dengan memberikan gelembung - gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air, memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Fungsi bak aerasi untuk menurunkan beban BOD dan COD. Pada proses sedimentasi akhir, padatan - padatan air limbah akan mengendap ke dasar permukaan bak dan menurunkan kadar TSS dalam air limbah.

Tabel 3.1 Hasil Uji Kualitas Air Limbah IPAL Domestik

Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu
		Juli	Agustus	September	
pH	-	8,01	6,83	7,02	6-9
BOD	mg/L	<1,00	2,11	6,74	30
COD	mg/L	<2,44	4,40	15,7	100
TSS	mg/L	2,84	<2,50	2,83	30
Minyak dan Lemak	mg/L	0,47	<0,265	<0,265	5
Amonia	mg/L	0,546	0,362	1,88	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	1700	840	1700	3000
Suhu	°C	30,1	29,5	32,3	-

(Sumber: Hasil Pengujian IPAL Domestik 2025)

Berdasarkan Tabel 3.1, seluruh parameter kualitas air limbah yang dianalisis menunjukkan nilai yang berada di bawah ambang batas baku mutu air limbah domestik yang berlaku. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik yang dievaluasi masih beroperasi secara optimal dan mampu mengendalikan beban pencemar secara efektif sebelum efluen dilepaskan ke badan lingkungan penerima. Kondisi ini mencerminkan bahwa proses pengolahan yang diterapkan, baik pada tahap pengolahan fisik maupun biologis, berjalan sesuai dengan fungsi perancangannya dan mendukung upaya perlindungan kualitas lingkungan.

Perhitungan beban pencemar dalam penelitian ini difokuskan pada parameter utama, yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solids* (TSS), yang merupakan indikator utama pencemar air limbah domestik. Perhitungan beban pencemar dilakukan dengan menggunakan nilai debit maksimum IPAL sebesar 9,5 m³/hari untuk menggambarkan kondisi operasional terburuk (worst-case scenario) yang mungkin terjadi selama periode pengamatan. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran yang lebih konservatif terhadap potensi beban pencemar yang dibuang ke lingkungan. Khusus untuk parameter TSS pada bulan Agustus yang dilaporkan memiliki nilai <2,50 mg/L, nilai tersebut diasumsikan setara dengan batas deteksi metode analisis, yaitu 2,50 mg/L, dalam perhitungan beban pencemar. Asumsi ini diterapkan untuk menjaga konsistensi perhitungan serta menghindari pengabaian kontribusi beban pencemar yang berpotensi masih ada meskipun berada di bawah batas deteksi alat, sehingga hasil perhitungan beban pencemar tetap bersifat representatif dan konservatif.

Tabel 3.2 Beban Pencemar BOD, COD, TSS

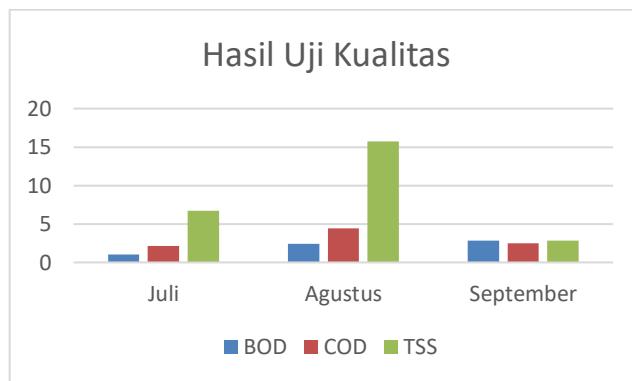
Bulan	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)	TSS (kg/hari)
Juli	0,0095	0,0232	0,0270
Agustus	0,0200	0,0418	0,0238
September	0,0640	0,1492	0,0269

Hasil perhitungan beban pencemar menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan pada bulan September, terutama untuk parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Peningkatan ini mencerminkan adanya kenaikan beban organik yang masuk ke dalam sistem pengolahan, yang umumnya berkaitan dengan aktivitas domestik dan intensitas penggunaan air bersih. Meskipun demikian, besaran beban pencemar yang dihasilkan selama periode pengamatan masih tergolong rendah dan berada dalam kapasitas pengolahan IPAL, sehingga menunjukkan bahwa sistem pengolahan masih mampu menurunkan potensi pencemaran secara signifikan sebelum efluen dibuang ke lingkungan (Eddy 2014). Berdasarkan tren grafik konsentrasi, parameter BOD, COD, dan TSS menunjukkan pola peningkatan dari bulan Juli hingga September, dengan kenaikan yang lebih dominan terjadi pada parameter BOD dan COD. Kondisi ini mengindikasikan meningkatnya kandungan bahan organik terlarut dalam air limbah, yang dapat dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas domestik, perubahan pola konsumsi air, atau fluktuasi jumlah pengguna IPAL selama periode pemantauan (Sutanaji 2021). Sementara itu, konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) hanya mengalami peningkatan yang relatif kecil dan tetap berada jauh di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa

proses sedimentasi dan pemisahan padatan tersuspensi pada unit pengolahan masih berlangsung secara stabil dan efektif. Meskipun terjadi peningkatan konsentrasi dan beban pencemar pada beberapa parameter, seluruh hasil pengukuran masih memenuhi baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. Dengan demikian, kinerja IPAL domestik secara keseluruhan dapat dinilai tetap aman dan efektif dalam mengendalikan beban pencemar serta mampu beradaptasi terhadap fluktuasi beban limbah tanpa menurunkan kualitas efluen secara signifikan.

Perhitungan beban pencemar dalam evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik umumnya difokuskan pada parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solids (TSS). Hal ini disebabkan karena ketiga parameter tersebut merupakan parameter utama pencemar air limbah domestik yang berbasis massa dan dapat dihitung sebagai jumlah zat pencemar yang dibuang ke lingkungan per satuan waktu (kg/hari), sehingga relevan untuk menilai besarnya kontribusi pencemaran terhadap badan air penerima. Parameter BOD dan COD digunakan untuk merepresentasikan beban pencemar organik yang berasal dari bahan organik terlarut dan teroksidasi, sedangkan TSS menggambarkan beban padatan tersuspensi yang berpotensi menyebabkan kekeruhan serta menurunkan kualitas perairan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016, ketiga parameter tersebut ditetapkan sebagai indikator utama dalam penilaian kinerja pengolahan air limbah domestik, baik dari aspek kepatuhan terhadap baku mutu maupun efektivitas proses pengolahan. Sementara itu, parameter lain seperti pH, suhu, amonia, minyak dan lemak, serta total coliform tidak dihitung sebagai beban pencemar karena tidak berbasis massa, bersifat fluktuatif, atau merupakan parameter fisik dan mikrobiologi. Evaluasi terhadap parameter-parameter tersebut umumnya dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi hasil pengukuran terhadap baku mutu yang ditetapkan, bukan berdasarkan akumulasi beban pencemar yang dibuang ke lingkungan.



Gambar 3.1 Tren Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah IPAL Domestik

Nilai pH selama tiga bulan pengamatan berada pada kisaran netral (6–9), yang merupakan kondisi optimal bagi berlangsungnya proses biologis dalam pengolahan air limbah. Konsentrasi BOD dan COD yang relatif rendah menunjukkan bahwa proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme berlangsung secara efektif. Meskipun terjadi peningkatan nilai BOD dan COD pada bulan September, kondisi tersebut masih berada dalam batas yang wajar dan tidak mengindikasikan terjadinya kelebihan beban (*overloading*) pada sistem. Parameter minyak dan lemak yang berada di bawah batas deteksi menunjukkan bahwa unit pemisahan lemak berfungsi dengan baik. Selain itu, konsentrasi amoniak dan total coliform yang masih berada di bawah baku mutu mengindikasikan bahwa proses nitrifikasi serta penurunan mikroorganisme patogen berjalan secara efektif. Dengan laju produksi lumpur sebesar 3 kg/tahun, sistem IPAL masih berada dalam kondisi operasional yang terkendali dan belum menunjukkan indikasi penumpukan lumpur berlebih yang berpotensi menurunkan efisiensi proses pengolahan. Rendahnya konsentrasi dan beban pencemar pada efluen IPAL menunjukkan bahwa kontribusi IPAL domestik terhadap pencemaran badan air penerima relatif kecil. Kinerja tersebut mendukung upaya perlindungan kualitas lingkungan perairan sekaligus menunjukkan kepatuhan terhadap ketentuan peraturan lingkungan hidup yang berlaku.

Untuk mencegah terjadinya peningkatan nilai pencemaran parameter BOD, COD, dan TSS pada efluen IPAL, diperlukan penerapan sistem pengolahan air limbah yang efektif dan terintegrasi. Pengolahan pendahuluan melalui pemasangan *screen* dan *grease trap* berperan dalam mengurangi padatan kasar serta minyak dan lemak yang dapat meningkatkan beban TSS dan mengganggu proses pengolahan selanjutnya (Eddy 2014). Pengolahan primer seperti bak sedimentasi atau *equalization tank* berfungsi menstabilkan debit dan konsentrasi limbah serta mengendapkan padatan tersuspensi sehingga mampu menurunkan TSS dan sebagian beban organik. Selanjutnya, pengolahan sekunder secara biologis menggunakan sistem lumpur aktif atau biofilter anaerob-aerob efektif dalam menguraikan bahan organik terlarut dan menurunkan konsentrasi BOD dan COD secara signifikan. Apabila diperlukan, pengolahan tersier berupa filtrasi pasir atau karbon aktif dapat diterapkan untuk menghilangkan sisa padatan dan bahan organik yang belum terolah secara optimal. Selain itu, pengelolaan operasional IPAL yang meliputi pengaturan waktu tinggal hidrolik, pemeliharaan unit secara rutin, serta pengelolaan lumpur yang baik

sangat diperlukan untuk menjaga kinerja IPAL tetap stabil dan memastikan efluen memenuhi baku mutu air limbah domestik sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik selama periode Juli – September, diperoleh bahwa kualitas efluen IPAL telah memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. Seluruh parameter utama, meliputi pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amoniak, serta total coliform, berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, menunjukkan bahwa sistem pengolahan berjalan secara efektif. Hasil perhitungan beban pencemar menunjukkan bahwa beban BOD, COD, dan TSS relatif rendah, dengan nilai maksimum masing-masing sebesar 0,064 kg/hari, 0,149 kg/hari, dan 0,027 kg/hari. Meskipun terjadi peningkatan konsentrasi dan beban pencemar pada bulan September, khususnya untuk parameter BOD dan COD, peningkatan tersebut masih berada dalam rentang aman dan tidak menurunkan kinerja IPAL secara keseluruhan. Kondisi pH dan suhu yang stabil turut mendukung proses pengolahan biologis yang berlangsung di dalam sistem IPAL.

Secara umum, IPAL domestik yang dievaluasi menunjukkan kinerja yang stabil dan mampu menurunkan potensi pencemaran lingkungan, sehingga layak dipertahankan sebagai sistem pengolahan air limbah domestik pada kondisi operasional saat ini. Untuk menjaga keberlanjutan kinerja IPAL domestik, disarankan dilakukan pemantauan kualitas air limbah secara berkala, khususnya pada parameter BOD dan COD yang menunjukkan kecenderungan peningkatan. Selain itu, pengendalian beban limbah masuk perlu terus dilakukan guna mencegah penurunan efisiensi pengolahan apabila terjadi fluktuasi debit atau aktivitas domestik di masa mendatang.

5. REFERENSI

- Akhmaddhian, S., & Hanipah, P. "Penegakan Hukum Terhadap Tindak Pidana Pencemaran Tanah Akibat Limbah Industri." *Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, Vol. 12, No. 2, 2021: 192-200.
- Apriliyani, I., Ainuri, M., & Suyantohadi, A. "Analisis Terhadap Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudeg Kaleng di PT XYZ Yogyakarta." *agriTECH*, 43 (1), 2023 : 74-84.
- Djuwita, M. R., Hartono, D. M., Mursidik, S. S., & Soesilo, T. E. B. "Pollution Load Allocation on Water Pollution Control in the Citarum River." *J. Eng. Technol. Sci.*, Vol. 53, No. 1, 2021.
- Eddy, Metcalf &. "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 5th Edition. McGraw-Hill Education, 2014.
- Fachria, R., Ramdan, H., & Aryantha, I. N. P. "Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Sukaregang Garut Dengan Adsorben Karbon Aktif dan Ijuk ." *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 3 (3) , 2019: 379-388.
- Jama, J. T., & Pambudi, Y. S. "Evaluasi Proses Pengolahan Air Limbah Domestik di IPAL Semanggi Kota Surakarta ." *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, Vol. 2, No. 1, 2023.
- Lestari, D.S., & Rohaeni, A.Y. "Evaluasi Kinerja IPAL Domestik Metode MBBR Untuk Mengurangi Tingkat Pencemaran Air Di Waduk "X", Jakarta." *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 16, No. 2, 2020: 2.
- Ngoma, W., Hoko, Z., Misi, S., Chidya, R. C. G. "Assessment of Efficiency of A Decentralized Wastewater Treatment Plant at Mzuzu University, Mzuzu, Malawi." *ScienceDirect*, 2020.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Pinanggih, R. B. J., Nurmaningsih, D. R., Nengse, S., Utama, T. T., & Hakim, A. "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Kombinasi Unit Biofilter Aerobik dan Adsorpsi Karbon Aktif Kantor Pusat PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya ." *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 7 (1) , 2021: 103-119.
- Qasyim, H. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2016.
- SNI 6989.57:2008 tentang Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Sutanhaji, A. T., Suharto, B., & Darmawan, A. R. "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik di Inkubator Bisnis Permata Bunda Kota Bontang ." *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol. 8, No. 2, 2021: 65-73.
- Taruna, D., Utomo, K., Nugraheni, E. Y. "Evaluasi Sistem Pengolahan IPAL Asrama Damkar Semper Barat ." *Jurnal Green Construction*, Vol. 2, No. 2, 2024: 61-80.
- Zevhiana, A. A., & Rosariawati, F. "Upaya Pengolahan dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik Pada Industri AMDK dan Beverages." *CHEMVIRO: Jurnal Kimia dan Ilmu Lingkungan*, Vol. 1, No. 2, 2023: 36-46.