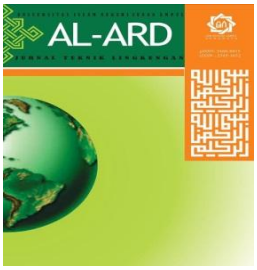


Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan
Vol.11 No.2 – Maret 2026 (hal. 94-100)
http://jurnalsaintek.uinsa.ac.id/index.php/alard/index

Al-Ard:
Jurnal
Teknik Lingkungan

Evaluasi Teknis Pengolahan Air Limbah Domestik dalam Meningkatkan Kinerja Sanitasi (Studi Kasus Kecamatan Kebomas, Gresik)

Mohammad Arsyad Sa'dy[1], Eddy Setiadi Soedjono[2*]
[1,2] Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia
*eddysoedjono@gmail.com

Abstract
The Kebomas District in Gresik Regency faces challenges in optimizing sanitation services through communal Wastewater Treatment Plants (WWTP). This study aims to evaluate the technical effectiveness of domestic wastewater treatment at three locations—KPP Karangmas, KPP Sejahtera, and KPP Sentosa—to improve regional sanitation performance. A quantitative descriptive method was employed by analyzing influent and effluent quality, as well as operational parameters such as Organic Loading Rate (OLR) and Hydraulic Retention Time (HRT). The results show that effluent concentrations for critical parameters exceeded the quality standards set by the Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 11 of 2025, with ammonia levels ranging from 14.2–15.1 mg/L and fecal coliform reaching 11,000 MPN/100 mL. Removal efficiencies for BOD and COD varied significantly; KPP Karangmas showed the best performance with a COD removal efficiency of 72%, while KPP Sejahtera and KPP Sentosa only achieved 40-55, far below the 80% design target. This low efficiency is attributed to extreme underloading conditions, where the actual organic load was only 11-34% of the design capacity. In conclusion, WWTP performance is not yet optimal due to inappropriate influent organic loading and the lack of disinfection units and adequate aeration systems. Technical recommendations include modifying the system into an intermittent anaerobic-aerobic process to effectively reduce ammonia levels.
Keywords: Communal wastewater treatment plants, technical evaluation, anaerobic, FBBR, Gresik.

Abstrak
Kecamatan Kebomas di Kabupaten Gresik menghadapi tantangan dalam optimalisasi pelayanan sanitasi melalui sistem IPAL Komunal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas teknis pengolahan air limbah domestik di tiga lokasi, yaitu KPP Karangmas, KPP Sejahtera, dan KPP Sentosa, guna meningkatkan kinerja sanitasi wilayah. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan analisis kualitas air limbah pada inlet dan outlet, serta evaluasi parameter operasional Organic Loading Rate (OLR) dan Hydraulic Retention Time (HRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi efluen pada parameter kritis melampaui baku mutu Permen LHK No. 11 Tahun 2025, dengan kadar ammonia berkisar antara 14,2–15,1 mg/L dan Fecal Coliform mencapai 11.000 MPN/100 mL. Efisiensi penyisihan rata-rata untuk BOD dan COD ditemukan tidak seragam. KPP Karangmas menunjukkan performa terbaik dengan efisiensi COD sebesar 72%, namun KPP Sejahtera dan KPP Sentosa hanya mencatatkan efisiensi BOD dan COD di rentang 40-55%, jauh di bawah target desain sebesar 80%. Rendahnya efisiensi ini disebabkan oleh kondisi *underloading* yang ekstrem, di mana beban organik aktual hanya 11–34% dari kapasitas desain. Kesimpulannya, kinerja IPAL belum optimal karena ketidaksesuaian beban organik masuk dan kurangnya unit desinfeksi serta sistem aerasi. Rekomendasi teknis yang diusulkan adalah modifikasi sistem menjadi anaerobik-aerobik intermiten untuk menurunkan kadar amonia secara efektif.
Kata Kunci: IPAL komunal, evaluasi teknis, anaerob, FBBR, Gresik.

1. PENDAHULUAN

Sanitasi di wilayah perkotaan menjadi permasalahan yang sangat diperhatikan saat ini. Selain kompleks, kondisi sanitasi juga mencerminkan tingkat kebersihan dan kesehatan masyarakat (Nanda & Adriyani, 2020). Oleh karena itu, sanitasi lingkungan berkaitan dengan berbagai faktor, salah satunya pencemaran air. Di Indonesia, pencemaran air banyak disebabkan oleh limbah rumah tangga dari aktivitas domestik

seperti mandi, mencuci, dan kakus (Diandesa, 2020).

Penanganan air limbah merupakan salah satu target dalam RPJMN 2015–2019 yang kemudian dilanjutkan menjadi RPJPN 2025–2045. Dalam kebijakan tersebut, Indonesia ditaergetkan mencapai *universal access* 100-0-100 pada tahun 2019, yaitu 100% layanan akses sanitasi dasar, 0% kawasan kumuh, 100% layanan akses air minum. Untuk mencapai target yang dicanangkan, penting dilakukan strategi sanitasi yang berkelanjutan (Kemendagri, 2022). Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 87 Tahun 2022 tentang Percepatan Layanan Sanitasi Berkelanjutan di Daerah Tahun 2022–2024, pembangunan sanitasi merupakan upaya peningkatan kualitas dan perluasan layanan persampahan rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga serta pengelolaan air limbah domestik secara terpadu dan berkelanjutan.

Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Timur yang terdiri atas 18 kecamatan dengan jumlah penduduk sebanyak 1.327.497 jiwa (Kabupaten Gresik Dalam Angka, 2024). Dalam upaya meningkatkan kualitas sanitasi, Pemerintah Kabupaten Gresik telah mengimplementasikan program unggulan "JADI SAYANG" (Jamban Dan IPAL Sehat MasYArakat senANG) yang berfokus pada optimalisasi fasilitas sanitasi. Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang (DPUTR) Kabupaten Gresik, hingga saat ini telah dibangun 139 unit IPAL komunal melalui berbagai program, seperti Urban Sanitation and Rural Infrastructure (USRI), Dana Alokasi Khusus (DAK), serta dukungan dari Australia Agency for International Development (AusAID). Namun, kinerja sebagian IPAL komunal tersebut belum optimal, ditunjukkan dengan hanya sebagian kecil yang mencapai target 80–100% dari perencanaan, bahkan terdapat beberapa unit yang tidak berfungsi.

Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada evaluasi kinerja IPAL komunal di beberapa lokasi di Kabupaten Gresik, khususnya pada unit yang memiliki tingkat efisiensi rendah dalam pengelolaan air limbah. Evaluasi dilakukan melalui analisis kualitas air limbah masuk (influen) dan keluar (effluen) serta peninjauan kondisi fisik bangunan IPAL. Dengan pendekatan ini, diharapkan diperoleh gambaran komprehensif mengenai efektivitas program yang telah dilaksanakan. Hasil evaluasi akan menjadi dasar penyusunan rekomendasi bagi pemerintah daerah untuk perbaikan dan pengembangan program sanitasi yang lebih berkelanjutan guna mendukung peningkatan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja IPAL komunal dan menyusun rekomendasi strategis yang aplikatif untuk untuk mendukung perbaikan program sanitasi berkelanjutan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi panduan berbasis bukti bagi Dinas Cipta Karya Kabupaten Gresik, sekaligus memberikan strategi perbaikan (*turnaround*) bagi Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) IPAL, sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan dan kesadaran masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode deskriptif–evaluatif untuk menilai kinerja teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal dalam mengelola air limbah domestik serta mengidentifikasi permasalahan operasional di lapangan.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Evaluasi teknis dilakukan pada tiga lokasi IPAL komunal, yaitu IPAL KPP Karangmas (Desa Karangkiring), IPAL KPP Sejahtera (Kelurahan Sidomukti), dan IPAL KPP Sentosa (Kelurahan Sidomukti).

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada hasil wawancara dengan Dinas Cipta Karya Kabupaten Gresik serta pengelola IPAL (Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara/KPP) dan telaah dokumen perencanaan. Selain itu, lokasi dipilih karena memiliki variasi kondisi fisik dan kinerja operasional yang representatif untuk dievaluasi.

2.2 Pengambilan Sampel dan Parameter Uji

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik bangunan IPAL, jaringan perpipaan, dan unit pengolahan utama, serta melalui pengambilan sampel air limbah pada titik inlet dan outlet yang selanjutnya akan diuji pada Laboratorum DLH Kabupaten Gresik.

Selain itu, data primer juga dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara terstruktur kepada pelanggan IPAL untuk mengetahui persepsi masyarakat, pola pemanfaatan sanitasi, serta perilaku pembuangan limbah domestik yang berpotensi memengaruhi kinerja sistem.

Data sekunder meliputi nota desain perencanaan IPAL, jumlah jiwa terlayani, debit rencana, standar kebutuhan air bersih, dokumen kebijakan dan regulasi terkait baku mutu air limbah domestik, serta literatur teknis yang relevan dengan sistem pengolahan anaerob dan biofilm.

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada titik inlet dan outlet di masing-masing IPAL untuk mengetahui efisiensi penyisihan parameter pencemar. Selain analisis sampel air, data dikumpulkan melalui survei pengguna layanan IPAL. Jumlah responden dalam penelitian ini ditentukan menggunakan persamaan *slovin* dan diperoleh sebanyak 85 responden yang merupakan kepala keluarga atau perwakilan rumah tangga yang terhubung dengan sistem IPAL. Analisis kualitas air limbah difokuskan pada parameter kunci sesuai dengan regulasi baku mutu air limbah domestik. Parameter tersebut meliputi *Total Suspended Solids* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3-N), *fecal coliform*, derajat keasaman (pH), dan suhu.

2.3 Analisis Data

Metode analisis data difokuskan pada beberapa aspek utama, yaitu analisis kualitas efluen, efisiensi penyisihan (*removal* efficiency) beban pencemar, dan evaluasi kondisi fisik bangunan IPAL. Analisis kualitas efluen dilakukan dengan membandingkan konsentrasi parameter pada outlet IPAL dengan baku mutu air limbah domestik untuk menilai tingkat kepatuhan. Efisiensi penyisihan dihitung berdasarkan perbandingan konsentrasi influen dan efluen pada masing-masing parameter untuk mengetahui efektivitas pengolahan, khususnya pada unit *Fixed Bed Biofilm Reactor* (FBBR).

Evaluasi kondisi fisik IPAL dilakukan melalui perhitungan Organic Loading Rate (OLR) dan Hydraulic Retention Time (HRT) pada kondisi rencana dan aktual. Perhitungan OLR dan HRT rencana mengacu pada nota desain perencanaan IPAL, sedangkan OLR dan HRT aktual dihitung berdasarkan data lapangan, meliputi debit aktual, volume efektif reaktor, dan konsentrasi COD influen hasil uji laboratorium. Perbandingan antara kondisi rencana dan aktual digunakan untuk mengidentifikasi kondisi *underloading* atau ketidaksesuaian beban, yang selanjutnya dianalisis keterkaitannya dengan rendahnya efisiensi pengolahan dan permasalahan operasional IPAL.

2.4 Perhitungan OLR dan HRT

Evaluasi kinerja bioreaktor dilakukan dengan menghitung beban organik dan waktu tinggal hidraulik. Perhitungan *Organic Loading Rate* (OLR) dan *Hydraulic Retention Time* (HRT) dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{OLR} = \frac{\text{Q} \times \text{COD}}{\text{Vol. Reaktor}}$$

Keterangan:
Q = Debit air limbah (m^3/hari)
COD = Konsentrasi COD inlet (mg/L)
Volume reaktor (m^3).

$$\text{HRT} = \frac{\text{Q} \times \text{COD}}{\text{Vol. Reaktor}}$$

Keterangan:
Volume reaktor (m^3)
Debit = Debit air limbah rata-rata (m^3/hari).

Data volume reaktor diperoleh dari nota desain perencanaan, sedangkan debit aktual diestimasi berdasarkan jumlah penduduk terlayani dan konsumsi air bersih rata-rata di lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan, jaringan IPAL pada lokasi studi terhubung dari masing-masing rumah pelanggan melalui saluran pembuangan air limbah domestik berupa *grey water*. Teknologi yang digunakan adalah sistem anaerob biofilter dengan unit *Fixed Bed Biofilm Reactor* (FBBR).

Hasil kuesioner dengan beberapa masyarakat pelanggan IPAL menunjukkan bahwa secara umum kondisi fisik bangunan IPAL terbangun baik. Namun, ditemukan permasalahan operasional, seperti penyumbatan saluran dan timbulnya bau tidak sedap, terutama pada saat musim hujan. Permasalahan ini mengindikasikan masih rendahnya kapasitas pengelolaan oleh Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) serta kurangnya kesadaran masyarakat pengguna.

Gangguan tersebut diduga disebabkan oleh kebiasaan pelanggan yang membuang sampah rumah tangga ke dalam saluran pembuangan, termasuk melalui toilet. Kondisi ini semakin memburuk pada musim hujan akibat peningkatan debit air yang melebihi kapasitas jaringan. Selain itu, minimnya kegiatan pemeliharaan rutin, seperti penggelontoran jaringan, menyebabkan akumulasi sampah dan endapan yang berujung
pada penyumbatan serta timbulnya bau tidak sedap pada jaringan maupun unit IPAL.

3.1 Kualitas Effluen Air Limbah

Kualitas efluen merupakan indikator utama dalam menilai kinerja IPAL. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil uji laboratorium pada titik outlet dengan baku mutu air limbah domestik yang berlaku. Parameter yang dianalisis meliputi pH, BOD, COD, TSS, amonia, minyak dan lemak, serta fecal coliform.

Tabel 1. Keterangan Kualitas Effluen Air Limbah Domestik Eksisting

Parameter	Satuan	Baku* Mutu	Karangmas	Sejahtera	Sentosa
pH	-	6–9	8,2	7,1	7
BOD	mg/L	30	14	5,8	4,5
COD	mg/L	100	31	14	12
TSS	mg/L	30	3,6	32	22
Amonia	mg/L	10	14	15	14
Minyak & Lemak	mg/L	5	3,6	4,0	4,2
Fecal Coliform	MPN/ 100 mL	1.000	11000	11000	11000

**Permen LHK No 11 Tahun 2025*

Dari Tabel 1, dapat dilihat hasil pengujian yang menunjukkan bahwa parameter pH pada ketiga IPAL masih berada dalam rentang baku mutu. Namun, beberapa parameter pencemar utama menunjukkan hasil yang belum memenuhi standar. Parameter yang secara konsisten melampaui baku mutu adalah amonia dan fecal coliform. Konsentrasi amonia pada efluen berkisar antara 14–15 mg/L, melebihi ambang batas sebesar 10 mg/L. Sementara itu, nilai fecal coliform pada seluruh lokasi mencapai ±11.000 MPN/100 mL, jauh di atas baku mutu sebesar 1.000 MPN/100 mL.

Menurut Direstiyani dkk. (2016), tingginya konsentrasi amonia menunjukkan keterbatasan sistem pengolahan yang sepenuhnya berbasis anaerob. Sistem ini efektif dalam menurunkan senyawa organik karbon (BOD dan COD), tetapi kurang optimal dalam menyisihkan senyawa nitrogen tereduksi seperti amonia. Proses penurunan amonia memerlukan kondisi aerob melalui mekanisme nitrifikasi yang tidak tersedia pada sistem eksisting.

Selain itu, tingginya fecal coliform mengidentifikasikan bahwa IPAL tidak memiliki unit desinfeksi yang memadai atau waktu tinggal yang cukup untuk inaktivasi mikroorganisme patogen. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko kesehatan masyarakat serta pencemaran badan air penerima.

Berdasarkan hasil evaluasi kualitas efluen sebagaimana disajikan pada Tabel 1, kinerja IPAL komunal di Kecamatan Kebomas menunjukkan variasi tingkat kepatuhan terhadap baku mutu air limbah domestik. Parameter pH pada ketiga lokasi studi yang masih berada dalam rentang baku mutu menunjukkan bahwa proses pengolahan yang berlangsung di dalam reaktor FBBR berlangsung dalam kondisi yang relatif stabil, tidak menimbulkan kondisi ekstrem asam maupun basa. Kondisi pH yang relatif stabil ini mendukung aktivitas mikroorganisme anaerob yang berperan dalam mendegradasi senyawa organik.

3.2 Analisis Efesiensi Removal

Berdasarkan hasil uji laboratorium, kualitas efluen dari ketiga IPAL (Karangmas, Sejahtera, dan Sentosa) menunjukkan ketidaksesuaian terhadap baku mutu air limbah domestik sesuai Permen LHK No. 11 Tahun 2025. Konsentrasi amonia pada outlet ketiga lokasi secara konsisten berada pada rentang 14-15 mg/L, melampaui ambang batas 10 mg/L.

Secara teoritis, sistem pengolahan anaerob seperti FBBR memiliki keterbatasan dalam menyisihkan senyawa nitrogen karena bakteri nitrifikasi memerlukan oksigen terlarut untuk mengoksidasi amonia menjadi nitrat. Hal ini sejalan dengan temuan Wardhana dan Pradhana (2020) yang menyatakan bahwa efisiensi penyisihan nitrogen yang rendah adalah karakteristik umum pada sistem anaerobik murni. Tingginya kadar amonia tidak hanya melampaui baku mutu, tetapi juga berpotensi menimbulkan toksisitas akut bagi ekosistem perairan serta memicu eutrofikasi (Budiyono dan Sumardiono, 2019).

Tabel 2. Efesiensi Removal Air Limbah Domestik Eksisting

Parameter	Efisiensi Removal		
	IPAL Karangmas	IPAL Sejahtera	IPAL Sentosa
BOD	70,83%	99,24%	89,96%
CODD	77,04%	75,44%	77,78%
TSS	68,70%	39,62%	35,29%
Amonia	44,00%	31,82%	0,00%
Minyak & lemak	14,29%	98,04%	50,00%
Fecal coliform	8,33%	8,33%	4,35%

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi removal yang disajikan pada Tabel 2, kinerja penyisihan beban pencemar pada ketiga IPAL komunal menunjukkan variasi yang cukup signifikan antarparameter dan antar lokasi studi. Secara umum, parameter organik karbon seperti BOD dan COD masih menunjukkan efisiensi removal yang relatif baik, dengan nilai efisiensi BOD sebesar 70,83–99,24% dan COD sebesar 75,44–77,78%. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan berbasis anaerob dengan teknologi *Fixed Bed Biofilm Reactor* (FBBR) masih efektif dalam mendegradasi senyawa organik terlarut, khususnya pada beban pencemar yang bersifat biodegradable.

Namun demikian, hasil pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa efisiensi removal Total Suspended Solids (TSS) pada IPAL Sejahtera dan Sentosa berada pada tingkat yang tergolong rendah, masing-masing sebesar 39,62% dan 35,29%, jauh di bawah target desain sebesar 80%. Rendahnya efisiensi TSS ini menunjukkan bahwa kemampuan sistem dalam menahan dan mengendapkan partikel padatan belum optimal. Secara teknis, kondisi tersebut erat kaitannya dengan terganggunya pembentukan dan kestabilan biofilm pada media FBBR akibat rendahnya beban organik influen serta adanya gangguan hidrolik berupa penyumbatan saluran, sehingga padatan tersuspensi tidak tertahan secara efektif dan ikut terangkut bersama efluen.

Tingginya konsentrasi parameter amonia menunjukkan bahwa sistem anaerobik eksisting tidak mampu menurunkan beban pencemar nitrogen secara signifikan (Mocholid kk., 2020). Konsentrasi efluen amonia yang mencapai 14-15 mg/L mengindikasikan ketiadaan proses nitrifikasi. Secara teknis, proses perubahan amonia menjadi nitrat membutuhkan kondisi oksigen terlarut atau lebih tepatnya membutuhkan suplai oksigen yang cukup, sedangkan sistem FBBR tersebut beroperasi secara anaerob.

3.3 Kondisi Fisik

Salah satu temuan terpenting dalam penelitian ini adalah terjadinya kondisi *underloading* yang signifikan pada IPAL Sejahtera dan Sentosa. Data menunjukkan konsentrasi COD influen aktual hanya mencapai 15% hingga 39% dari rencana desain awal sebesar 0,35 kg/m^3. Menurut Liu dan Wang (2012), rendahnya beban organik ini disebabkan oleh dominasi limbah *grey water* yang relatif encer tanpa imbuhan limbah tinja (*black water*) yang cukup.

Dalam sistem FBBR, pertumbuhan mikroorganisme sangat bergantung pada ketersediaan substrat sebagai makanan. Berdasarkan teori pertumbuhan mikroba menurut Metcalf & Eddy (2003), kondisi beban organik yang rendah dapat menghambat pembentukan biofilm yang tebal dan stabil pada media filter. Akibatnya, efisiensi penyisihan TSS pada IPAL Sejahtera dan Sentosa menurun hingga di bawah 40%, jauh dari target desain sebesar 80% karena padatan tersuspensi tidak tertahan pada biofilm dan ikut terbawa bersama efluen.

Tabel 3. OLR dan HRT Rencana

Lokasi IPAL	OLR Rencana	HRT Rencana
	Kg.COD/m^3.hari	Jam
Karangmas	0,24	34,64
Sejahtera	0,40	21,25
Sentosa	0,50	16,66

(Sumber: Perencanaan Dinas Cipta Karya Gresik, 2025)

Tabel 4. Hasil Analisa OLR dan HRT Aktual

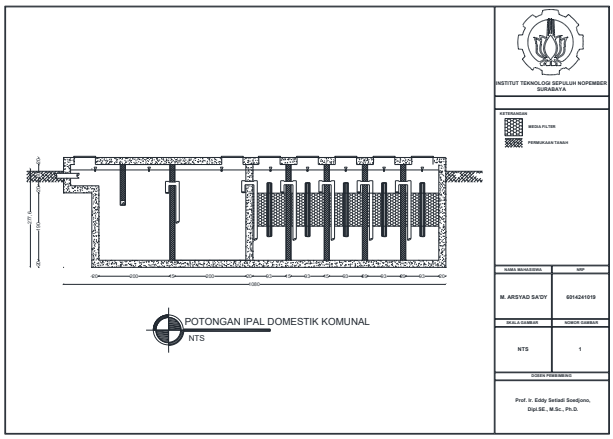
Lokasi IPAL	OLR Aktual	HRT Aktual
	Kg.COD/m^3.hari	Jam
Karangmas	0,11	30,42
Sejahtera	0,07	19,30
Sentosa	0,077	16,65

Meskipun terjadi masalah pada beban organik, evaluasi terhadap aspek hidrolika menunjukkan hasil yang cukup baik namun tidak cukup kuat untuk menutupi kelemahan bioproses. Dari Tabel 3 dan 4, dapat diketahui bahwa waktu tinggal air (HRT) aktual di Karangmas tercatat 30,42 jam yang mana masih berada dalam rentang desain (4–72 jam). Hal ini menandakan bahwa kapasitas volume reaktor masih mencukupi untuk menampung debit air yang masuk.

Namun, perbandingan OLR aktual dengan Nota Desain Perencanaan (Dinas Cipta Karya Kab. Gresik) menunjukkan ketimpangan yang tajam. OLR aktual hanya berkisar antara 0,07 hingga 0,11 kg.COD/m^3.hari, jauh di bawah

OLR rencana yang mencapai 0,2-0,50 kg.COD/m^3.hari. Menurut Environmental Dynamics International (n.d.), ketimpangan ini mengonfirmasi bahwa masalah utama bukan pada kecepatan aliran air, melainkan pada kualitas pencemar yang terlalu rendah untuk diproses secara biologis oleh bakteri anaerob.

Ketidaksesuaian antara kondisi rencana dan aktual tersebut berkaitan erat dengan konfigurasi kompartemen dan distribusi aliran dalam reaktor. Untuk memahami karakteristik hidrolis dan waktu detensi dalam proses penyisihan polutan pada kondisi *underloading* tersebut, disajikan profil melintang bangunan IPAL yang meliputi unit pengendap dan reaktor anaerobik filter pada Gambar 1.



Gambar 1. Potongan Eksisting IPAL Komunal Kebomas

Berdasarkan profil melintang pada Gambar 1, terlihat bahwa sistem mengandalkan beberapa kompartemen dengan aliran *up-flow* untuk memaksimalkan kontak antara air limbah dan media biofilm. Namun, rendahnya konsentrasi COD influen aktual yang hanya sebesar 15–39% dari rencana, menyebabkan keterbatasan substrat bagi mikroorganisme. Hal ini menyebabkan lapisan biofilm pada media tidak terbentuk secara optimal, sehingga efisiensi penyisihan polutan, khususnya pada lokasi Sejahtera dan Sentosa, tidak mencapai target desain.

3.4 Integratif

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa permasalahan utama IPAL komunal di Kecamatan Kebomas tidak terletak pada kapasitas hidrolik, melainkan pada kualitas influen dan sistem operasional. Rendahnya beban organik menyebabkan reaktor FBBR bekerja di bawah kapasitas desain, sementara tidak adanya unit aerob dan desinfeksi mengakibatkan kegagalan dalam menyisihkan amonia dan fecal coliform.

Kondisi ini menegaskan pentingnya pendekatan integratif dalam pengelolaan IPAL komunal yang tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik, tetapi juga mencakup pengaturan sambungan rumah, peningkatan kesadaran masyarakat, serta peningkatan sistem operasi dan pemeliharaan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menjadi dasar bagi penyusunan rekomendasi teknis pada bagian selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Kinerja IPAL Komunal di Kecamatan Kebomas belum optimal, meskipun HRT masih dalam rentang desain (4–72 jam). Kualitas efluen belum memenuhi baku mutu, ditunjukkan oleh konsentrasi amonia sebesar 14–15 mg/L (>10 mg/L) dan fecal coliform ±11.000 MPN/100 mL (>1.000 MPN/100 mL). Rendahnya efisiensi penyisihan, terutama pada IPAL Sejahtera dan Sentosa (TSS <40%), disebabkan kondisi underloading dengan beban organik aktual hanya 15–39% dari rencana. Dengan demikian, permasalahan utama terletak pada kualitas influen dan operasional, bukan kapasitas sistem, sehingga diperlukan perbaikan secara integratif melalui penyesuaian prinsip pengolahan, pengelolaan sambungan rumah, serta penguatan operasional dan pemeliharaan secara berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Budiyono, B., & Sumardiono, S. (2019). Teknik pengolahan air limbah domestik: Tinjauan kritis kinerja sistem anaerobik. Jurnal Rekayasa Proses, 13(2), 112-125.

Diandesa. (2020). Memajukan Sanitasi Propinsi Jawa Timur Melalui Sarana IPAL Komunal yang Efektif. Diakses dari https://www.diandesa.org/daily-blog-project-news/memajukan-sanitasi-propinsi-jawa-timur-melalui-sarana-ipal-komunal-yang-efektif/

Dinas Cipta Karya Kabupaten Gresik. (n.d.). Nota desain perencanaan IPAL untuk kapasitas 90 m^3. Gresik: Dinas Cipta Karya Kabupaten Gresik.

Direstiyani, N. P., Huboyo, H. S., & Samudro, G. (2016). Studi penurunan konsentrasi amonia dalam limbah cair domestik dengan teknologi biofilter aerob media

tubular plastik pada awal pengolahan. Jurnal Teknik Lingkungan, 5(2), 1-10.

Environmental Dynamics International. (n.d.). Field performance of fine and ultra fine bubble diffusers. Wastewater.com. Diambil 1 Desember 2025, dari https://wastewater.com/field-performance-of-fine-and-ultra-fine-bubble-diffusers/

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2025). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Buku B SPALDT (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat). Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.

Liu, G., & Wang, J. (2012). Probing the stoichiometry of the nitrification process using the respirometric approach. Water Research (ScienceDirect), 46(18), 5954–5962. https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.08.014

Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). Wastewater engineering: Treatment and reuse (4th ed.). New York: McGraw-Hill.

Mocholi-Arce, M., Gómez, T., Molinos-Senante, M., Sala-Garrido, R., & Caballero, R. (2020). Evaluating the eco-efficiency of wastewater treatment plants: Comparison of optimistic and pessimistic approaches. Sustainability, 12(24), 10580.

Nanda, A. F., & Adriyani, R. (2020). Hubungan kondisi sanitasi lingkungan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan di wilayah perkotaan. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 8(3), 245-256.

Wardhana, I. W., & Pradhana, G. T. (2020). Evaluasi kinerja IPAL domestik dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 17(1), 45-54.