

EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL RW 07 TLOGOMAS UNIT ANAEROBIC DIGESTER TANK

PERFORMANCE EVALUATION OF COMMUNAL WWTP RW 07 TLOGOMAS ANAEROBIC DIGESTER TANK UNIT

Ali Mustofa^{*)}, Evy Hendriarianti, Anis Artiyani
Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

^{*)}Email : t.alimus01@gmail.com

ABSTRAK: RW 07 Tlogomas memiliki IPAL yang telah beroperasi sejak tahun 1984, berdasarkan hasil pengujian kualitas effluent yang dihasilkan BOD dan COD tidak memenuhi baku mutu yang berlaku, maka perlu dilakukan evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui kinerja IPAL dalam mengolah air limbah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menghitung kapasitas pengolahan, menganalisis aspek teknis dan lingkungan IPAL. Aspek teknis termasuk membandingkan kriteria desain untuk organic loading rate (OLR) dan hydraulic retention time (HRT). Membandingkan efisiensi pengolahan dan kualitas efluen kapasitas desain reaktor unit pengolahan berdasarkan studi sebelumnya. Mengevaluasi dampak yang dihasilkan jika efluen tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Debit air limbah rata-rata dari hasil pengukuran adalah 52,46 m³/hari, debit air limbah yang masuk ke IPAL Komunal RW 07 Tlogomas melebihi batas kapasitas pengolahan yang direncanakan. hasil perhitungan beban hidrolis adalah 0,41 jam. nilai OLR yang diperoleh adalah 15,65 kgCOD/m³.d. Efisiensi penyisihan TSS 16,56-69,55%, BOD 3,83-25,25% dan COD 8,77-37,66%. Masalah utama pada IPAL adalah kapasitas pengolahan air limbah terjadi kelebihan kapasitas yang disebabkan oleh peningkatan sambungan dan pola penggunaan air. Rekomendasi dapat dibuat untuk menambah bak ekualisasi air limbah untuk mengatur debit air limbah yang masuk ke unit pengolahan..

Kata kunci: IPAL, IPAL Komunal RW 07 Tlogomas, Air limbah, Kapasitas pengolahan. Bak ekualisasi.

ABSTRACT: RW 07 Tlogomas has an WWTP that has been operating since 1984, based on the results of testing the quality of the effluent produced by BOD and COD does not meet the applicable quality standards, it is necessary to evaluate the performance of the wastewater treatment plant to determine the performance of the WWTP in treating wastewater. The method used in this study is to calculate the processing capacity, analyze the technical and environmental aspects of WWTP. The technical aspects include testing the design criteria for organic loading rate (OLR) and hydraulic retention time (HRT). Comparing the treatment efficiency and effluent quality of treatment reactor unit design capacity based on previous studies. Evaluate the resulting impact if the effluent does not meet the required quality standards. The average wastewater discharge from the measurement results is 52.46 m³/day, the wastewater discharge that enters the IPAL Communal RW 07 Tlogoma exceeds the planned processing capacity limit. the result of calculating the hydraulic load is 0.41 hours. the OLR value obtained was 15.65 kgCOD/m³.d. TSS removal efficiency is 16.56-69.55%, BOD 3.83-25.25% and COD 8.77-37.66%. The main problem with WWTPs is that wastewater treatment capacity leads to overcapacity caused by increased connections and water use patterns. Recommendations can be made to add wastewater equalization tanks to regulate the discharge of wastewater entering the treatment unit..

Keywords: WWTP, Communal WWTP RW 07 Tlogomas, Waste water, Treatment capacity. Equalization tanks.

PENDAHULUAN

IPAL Komunal RW 07 Tlogomas adalah salah satu IPAL yang berada di Kota Malang yang dibangun pada tahun 1984. Menurut (Buku Putih Sanitasi Kota Malang Tahun, 2014) kapasitas pengolahan IPAL sebesar 100 rumah tangga dan dengan jumlah pelanggan sebanyak 500 jiwa.

Secara geografi IPAL Komunal RW 07 Tlogomas berada di bantaran sungai brantas, berjarak sekitar \pm 10 m dari bantaran sungai brantas, dengan ketinggian 530 mdpl. IPAL ini berada dikawasan padat penduduk. Menurut (Kecamatan Lowokwaru Dalam Angka, 2021) dengan kepadatan penduduk sebesar 7390 jiwa/km².

Menurut Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 2 Tahun 2017, pengelolaan air limbah domestik secara menyeluruh dan berkelanjutan yang melibatkan peran serta masyarakat diperlukan untuk meningkatkan pelayanan sanitasi. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik yang memiliki kinerja optimal sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan air limbah guna meningkatkan pelayanan sanitasi.

Berdasarkan hasil pengujian kualitas efluen IPAL Komunal di RW 07 Tlogomas, kandungan bahan organik dan nutrisi yang dihasilkan menghasilkan kinerja pengolahan yang rendah. Kadar BOD 58,92 mg/L, COD 174,8 mg/L, padatan tersuspensi (TSS) 5,2 mg/L, fosfat total (PO₄) 0,8555 mg/L, amoniak (NH₃) 3,806 mg/L, dan total coliform sebesar 2200 MPN/100ml yang terdapat pada air limbah pengolahan IPAL Komunal RW 07 Tlogomas (sumber: hasil uji laboratorium Perum Jasa Tirta 1, 2021). Hasil pengukuran efluen menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD masih tinggi jika dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Dari hasil pengujian kualitas efluen IPAL Komunal di RW 07 Tlogomas menunjukkan pada parameter BOD dan COD masih belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, Maka dari itu diperlukan evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui kinerja IPAL dalam mengolah air limbah. Evaluasi diperlukan sebagai fungsi untuk menentukan masalah apa yang menyebabkan air limbah tidak memenuhi baku mutu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan saran perbaikan kepada pengelola IPAL Komunal RW 07

Tlogomas agar dapat meningkatkan kinerja proses pada IPAL.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di IPAL RW 07 Kelurahan Tlogomas Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Lokasi ini dipilih karena IPAL yang berada pada lokasi tersebut air limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan unit *anaerobic digester tank* belum memenuhi baku mutu yang berlaku.

Tahapan Penelitian

Tahap awal yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi hasil pengukuran debit air limbah secara langsung pada IPAL Komunal RW 07 Tlogomas dan karakteristik kimia meliputi COD, BOD serta TSS pada inlet dan outlet unit *anaerobic digester tank* IPAL Komunal RW 07 Tlogomas. Analisa sampel air limbah dengan parameter BOD, COD, dan TSS dilakukan di Laboratorium Perum Jasa Tirta I

Data sekunder yang dibutuhkan meliputi kondisi eksisting IPAL Komunal RW 07 Tlogomas, proses pengolahan air limbah, dimensi unit bangunan unit *anaerobic digester tank*, kapasitas desain, kriteria desain *anaerobic digester tank*, dan standar baku mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengukuran debit air limbah menggunakan metode pengukuran secara manual dan pengambilan sampel dilakukan selama 7 hari berturut-turut dan dilakukan pada saat jam puncak yaitu antara pukul 05.00-06.00 pagi serta pukul 16.00-17.00 sore.

Pengambilan sampel menggunakan metode menurut SNI 6989.59:2008 secara grab sampling pada inlet dan outlet unit *anaerobic digester tank* selama 7 hari pada pukul 05.00-06.00 pagi serta pukul 16.00-17.00 sore.

Data yang berhasil dikumpulkan kemudian di evaluasi berdasarkan aspek teknis dan lingkungan, sebagai berikut:

- 1) Membandingkan desain kriteria organic loading rate (OLR) dan hydraulic retention time (HRT) berdasarkan studi literatur dan pedoman perencanaan air limbah komunal.

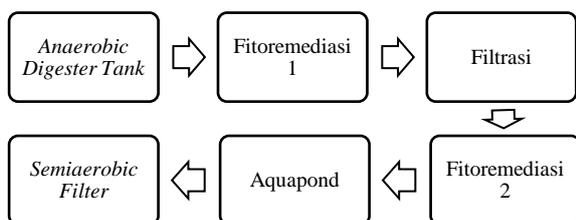
- 2) Membandingkan efisiensi pengolahan dan kualitas efluen dari kapasitas desain reaktor unit pengolahan berdasarkan penelitian terdahulu.
- 3) Melakukan perhitungan *efisiensi removal* meliputi parameter BOD, COD, dan TSS.
- 4) Mengevaluasi dampak yang dihasilkan apabila hasil efluen tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan yaitu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 dan membandingkan dengan studi literatur dampak yang diakibatkannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN IPAL Komunal RW 07 Tlogomas

IPAL Komunal RW 07 Tlogomas adalah salah satu IPAL yang berada di Kota Malang yang dibangun pada tahun 1984. Menurut Buku Putih Sanitasi Kota Malang Tahun 2014 kapasitas pengolahan IPAL sebesar 100 rumah tangga dan dengan jumlah pelanggan sebanyak 500 jiwa.

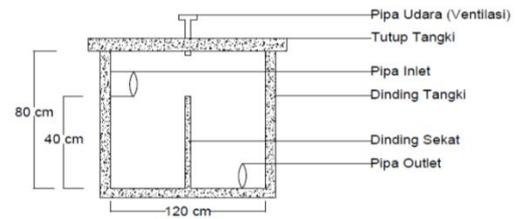
Secara geografi IPAL Komunal RW 07 Tlogomas berada di bantaran sungai brantas, berjarak sekitar ± 10 m dari bantaran sungai brantas, dengan ketinggian 530 mdpl. IPAL ini berada dikawasan padat penduduk menurut Kecamatan Lowokwaru Dalam Angka 2021 dengan kepadatan penduduk sebesar 7390 jiwa/km².

Kondisi eksisting dari sistem pengolahan IPAL RW 07 Tlogomas dengan pengolahan utama unit *anaerobic digester tank* dan unit pengolahan lanjutan dapat dilihat melalui Gambar 1. skema IPAL RW 07 Tlogomas



Gambar 1. Skema IPAL RW 07 Tlogomas

IPAL ini memiliki Pengolahan utama unit *anaerobic digester tank* yang terdiri dari pipa inlet air limbah, pipa udara untuk ventilasi, penutup tangki, dinding cor penghancur, penyaring limbah, dan pipa outlet ke pengolahan lanjutan. Untuk memperjelas terkait bentuk pengolahan unit *anaerobic digester tank* dapat dilihat gambar 2. skema pengolahan Unit Anaerobic Digester Tank.



Gambar 2. Skema Anaerobic digester Tank IPAL

RW 07 Tlogomas

Berdasarkan kondisi eksisting unit *anaerobic digester tank* pada IPAL, mempunyai dimensi sebagai berikut:

- Kedalaman : 0,8 m
- Diameter : 1,2 m
- Tinggi muka air: 0,4 m

Pengukuran Debit Air Limbah

Hasil pengukuran debit yang telah dilakukan pada inlet IPAL yang telah dilakukan pada tanggal Selasa, 25 oktober 2022 sampai Senin, 31 Oktober 2022 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Debit Air Limbah

Tanggal	Debit (m ³ /hari)	
	Jam 06.00	Jam 18.00
25/10/2022	47,73	18,78
26/10/2022	87,94	49,03
27/10/2022	83,47	33,97
28/10/2022	60,32	66,67
29/10/2022	20,59	49,75
30/10/2022	81,66	25,35
31/10/2022	92,09	17,03

Dari hasil pengukuran debit yang telah dilakukan selama 7 hari dapat diketahui nilai debit rata-rata, maksimum, dan minimum yang masuk kedalam pengolahan IPAL yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Debit

Nilai	Debit (m ³ /jam)	Debit (m ³ /hari)
Rata-rata	2,19	52,46
Maksimum	3,84	92,09
Minimum	0,71	17,03

Dari tabel 2. menunjukkan bahwa debit dari hasil pengukuran yang telah dilakukan diperoleh rata-rata debit sebesar 2,19 m³/jam, untuk debit maksimum diperoleh nilai sebesar 3,84 m³/jam yaitu pada hari Senin, 31 Oktober 2022 (Pukul 06.00 WIB), dan untuk debit minimum diperoleh nilai sebesar 0,71 m³/jam pada hari Senin, 31 Oktober 2022 (Pukul 18.00 WIB). Menurut Moduto (2000) fluktuasi debit air buangan dapat diperoleh nilai yang berbeda-beda pada waktu-

waktu tertentu karena beberapa faktor seperti jam puncak pemakaian, hari-hari puncak pemakaian, dan faktor infiltrasi dan inflow.

Hasil Perhitungan Kapasitas Pengolahan

Perhitungan kapasitas pengolahan dengan jumlah pengguna 100 rumah tangga dan jumlah rata-rata penduduk per rumah tangga sebesar 4,6 jiwa/rumah tangga adalah sebagai berikut:

- Total Timbulan Air Limbah Domestik
 $Q_{\text{limbah}} = 80\% \times \text{kebutuhan air bersih}$
 $= 80\% \times 80 \text{ liter/orang/hari}$
 $Q_{\text{limbah}} = 64 \text{ liter/orang/hari}$
- Timbulan air limbah di IPAL Komunal RW 07 Tlogomas
 $= Q_{\text{limbah}} \times \text{kapasitas jumlah pelayanan}$
 $= 64 \text{ liter/orang/hari} \times 100 \text{ rumah tangga}$
 $\times 4,6 \text{ jiwa/rumah tangga}$
 $= 29,440 \text{ liter/hari} \sim 29 \text{ m}^3/\text{hari}$

Berdasarkan perhitungan di atas kapasitas pengolahan desain rencana dari IPAL Komunal RW 07 Tlogomas adalah sebesar 29 m³/hari. Dari hasil perhitungan debit eksisting diperoleh nilai debit rata-rata sebesar 52,46 m³/hari. Sehingga debit air limbah yang masuk ke dalam IPAL Komunal RW 07 Tlogomas mengalami pengingkatan sehingga melebihi ambang batas kapasitas pengolahan yang direncanakan, jika dibandingkan kondisi debit eksisting atau bisa dikatakan *overcapacity*..

Hasil Analisa Karakteristik Kimia

Pengambilan sampel yang telah dilakukan pada influen dan efluen unit *anaerobic digester tank*, selanjutnya sampel diujikan terkait parameter BOD, COD, dan TSS pada Laboratorium Uji Perum Jasa Tirta 1. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka di dapatkan kualitas air limbah domestik yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Air Limbah

Parameter	Konsentrasi rata-rata (mg/L)	
	Influen	Efluen
BOD	153,42	103,58
COD	462,76	315,40
TSS	248,66	48,02

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Jasa Tirta Malang, 2022

Dari tabel 3. Dapat dilihat konsentrasi rata-rata pada influen dan efluen di unit *anaerobic digester tank* yang kemudian data konsentrasi

tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai efisiensi *removal*.

Perhitungan Hydraulic Retention Time

Diketahui kedalaman 0,8 m dan diameter 1,2 m maka volume (V) adalah 0,90 m³ dan dari hasil perhitungan diketahui debit rata-rata influen air limbah pada Unit Anaerobic Digester Tank sebesar 2,186 m³/jam. Kemudian data yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan beban hidrolis sehingga diperoleh hasil seperti di bawah ini.

$$\text{HRT} = \frac{0,90 \text{ m}^3}{2,186 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,41 \text{ jam}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh hasil perhitungan beban hidrolis sebesar 0,41 jam. Hasil analisis data nilai Hidraulic Retention Time tidak memenuhi kriteria desain menurut Lettinga (1991) untuk HRT yaitu sebesar 6-9 jam. Hidraulic Retention Time yang pendek disebabkan oleh dimensi volume unit anaerobic digester tank. Pendeknya Hidraulic Retention Time menyebabkan polutan organik yang masuk dalam Unit Anaerobic Digester Tank tidak benar-benar terdegradasi karena tidak cukupnya waktu kontak.

Pehitungan Organic Loading Rate

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di ketahui debit rata-rata influen air limbah pada Unit Anaerobic Digester Tank sebesar 2,186 m³/jam atau sama dengan 92,086 m³/hari dan dari hasil perhitungan pada subbab 4.3.2 diketahui nilai konsentrasi COD rata-rata pada influen Unit Anaerobic Digester Tank sebesar 153,42 mg/L atau sama dengan 0,153 kg/m³ dan berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan diketahui ke dalaman 0,8 m dan diameter 1,2 m maka volume (V) adalah 0,90 m³. Kemudian data yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan Organic Loading Rate sehingga diperoleh hasil seperti di bawah ini.

$$\text{OLR} = \frac{92,086 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,153 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,90 \text{ m}^3} = 15,65 \text{ kgCOD/m}^3.\text{d}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas nilai OLR diperoleh sebesar 15,65 kgCOD/m³.d. Hasil analisis data nilai Organic Loading Rate

sudah memenuhi kriteria desain menurut Carlos (2007) yaitu untuk organic loading rate sebesar < 15 kgCODs/m³.hari . Nilai Organic Loading Rate menunjukkan massa COD dalam setiap m³ air limbah yang akan diolah oleh mikroorganisme pada Unit Anaerobic Digester Tank. Jika nilai Organic Loading Rate terlalu tinggi akan menyebabkan meningkatnya konsentrasi volatile fatty acid, yang akan mereduksi pH, dan mereduksi pertumbuhan dari mikroorganisme (Schnürer, A et al, 2010).

Efisiensi Removal

- **Efisiensi Removal Pada Debit Maksimum**

Hasil perhitungan efisiensi removal pada debit maksimum dapat dilihat pada tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Efisiensi Removal Pada Debit Maksimum

Parameter	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi Removal (%)
	Influen	Efluen	
BOD	114,8	110,4	3,83%
COD	554,5	345,7	37,66%
TSS	167,5	51	69,55%

Dari hasil perhitungan efisiensi removal pada debit maksimum dalam tabel 4. diperoleh hasil tertinggi efisiensi removal terdapat dalam parameter TSS sebesar 69,55%. Pada parameter BOD diperoleh efisiensi removal sebesar 3,83% dan COD sebesar 37,66%.

- **Efisiensi Removal Pada Debit Minimum**

Hasil perhitungan efisiensi removal pada debit minimum dapat dilihat pada tabel 5. sebagai berikut.

Tabel 5. Efisiensi Removal Pada Debit Minimum

Parameter	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi Removal (%)
	Influen	Efluen	
BOD	104,8	78,34	25,25%
COD	293,1	267,4	8,77%
TSS	65,2	54,4	16,56%

Dari hasil perhitungan efisiensi removal pada debit minimum dalam tabel 5. diperoleh hasil tertinggi efisiensi removal terdapat dalam parameter TSS sebesar 16,56%. Pada parameter BOD diperoleh efisiensi removal sebesar 25,25% dan COD sebesar 8,77%.

Aspek Lingkungan

Berdasarkan hasil analisa kimia terhadap air limbah hasil pengolahan pada Unit *Anaerobic Digester Tank* yang terletak di Kelurahan Tlogomas dilakukan perbandingan dengan baku mutu air limbah yang berlaku sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Hasil perbandingan air limbah hasil pengolahan dengan baku mutu air limbah disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Air Limbah Hasil Pengolahan Dengan Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Konsentrasi (mg/L)*	Standar Baku Mutu (mg/L)*
	Rata-rata	
BOD	103,58	30
COD	315,4	50
TSS	48,02	50

Keterangan :

* Hasil Analisis, 2023

** Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72, 2013

Dari hasil perbandingan nilai konsentrasi pada tabel 6. diperoleh hasil nilai konsentrasi BOD sebesar 103,58 mg/L dan COD sebesar 315,4 mg/L masih belum memenuhi baku mutu, sementara pada TSS sebesar 48,02 mg/L sudah memenuhi baku mutu.

Hasil Analisis Kapasitas Pengolahan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis data yang telah dilakukan , diperoleh nilai dari debit air limbah yang diolah pada Unit Anaerobic Digester Tank melebihi kapasitas pengolahan yang direncanakan. Oleh karena itu perlu dilakukan rekayasa atau mengkaji ulang desain unit anaerobic digester tank agar dapat menampung dan mengolah debit air limbah sesuai dengan kondisi eksisting. Debit pada perencanaan IPAL Komunal RW 07 Tlogomas adalah sebesar 29 m³/hari, sedangkan pada kondisi eksisting debit air limbah rata-rata sebesar 52,46 m³/hari, artinya terjadi penambahan debit air limbah. Kondisi ini menyebabkan kinerja unit anaerobic digester tank kurang maksimal karena hydraulic retention time masih di bawah kriteria desain yang ada. Kapasitas pengolahan unit anaerobic digester tank pada IPAL Komunal RW 07 Tlogomas pada kondisi eksisting berada dalam keadaan *overcapacity*. Kondisi ini dapat menyebabkan beban bahan organik air limbah yang semakin

besar di dalam unit pengolahan anaerobic digester tank yang dapat menyebabkan penurunan kemampuan degradasi, sehingga tingkat efisiensi pengolahan mengalami penurunan.

Hasil Analisis Aspek Teknis

Hasil analisis dari aspek teknis yang sudah dihitung dapat disimpulkan terkait hal-hal sesuai dengan kriteria desain Anaerobic Digester Tank seperti yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Aspek Teknis Unit *Anaerobic Digester Tank*

No	Parameter	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain	Keterangan
1	HRT (jam)	0,41	6-9	Tidak Memenuhi
2	OLR (kgCOD/m ³ .hari)	15,65	< 15	Sudah Memenuhi
3	COD Removal (%)	8,77-37,66	40-70	Tidak Memenuhi
4	BOD Removal (%)	3,83-25,25	45-90	Tidak Memenuhi
5	TSS Removal (%)	16,56-69,55	90-95	Tidak Memenuhi

HLR merupakan lamanya waktu air limbah berada dalam Unit Anaerobic Digester Tank. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa hidraulic retention time belum memenuhi kriteria desain. Hidraulic Retention Time yang pendek disebabkan oleh dimensi volume unit anaerobic digester tank

Organic Loading Rate merupakan beban organik atau nutrisi yang diperlukan mikroorganisme dalam proses pengembangbiakan. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diketahui bahwa Organic Loading Rate sudah memenuhi kriteria desain yang ada tetapi masih cukup tinggi nilainya. Hal ini menyebabkan terganggunya proses degradasi polutan organik. Pada saat proses pengolahan diperlukan nilai Organic Loading Rate yang optimum karena nilai Organic Loading Rate berpengaruh terhadap penyisihan beban organik.

COD Removal merupakan kemampuan Unit Anaerobic Digester Tank dalam mereduksi atau mengolah kandungan COD dalam influen air limbah yang masuk dalam pengolahan. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diketahui bahwa COD Removal belum memenuhi kriteria desain yang ada. Menurut

Carlos (2007) efisiensi COD Removal sangat dipengaruhi oleh Hidraulic Retention Time. Pendeknya Hidraulic Retention Time menyebabkan polutan organik yang masuk dalam Unit Anaerobic Digester Tank tidak benar-benar terdegradasi karena tidak cukupnya waktu kontak.

BOD Removal merupakan kemampuan Unit Anaerobic Digester Tank dalam mereduksi atau mengolah kandungan COD dalam influen air limbah yang masuk dalam pengolahan. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diketahui bahwa BOD Removal belum memenuhi kriteria desain yang ada. Menurut Carlos .(2007) efisiensi BOD Removal sangat dipengaruhi oleh Hidraulic Retention Time. Pendeknya Hidraulic Retention Time menyebabkan polutan organik yang masuk dalam Unit Anaerobic Digester Tank tidak benar-benar terdegradasi karena tidak cukupnya waktu kontak.

TSS Removal merupakan kemampuan Unit Anaerobic Digester Tank dalam mereduksi atau menurunkan kandungan TSS dalam influen air limbah yang masuk dalam pengolahan. Menurut Utami et al.(2015) terdapat korelasi antara Hidraulic Retention Time dan waktu operasi terhadap efisiensi removal konsentrasi TSS. Waktu yang efektif untuk degradasi TSS adalah 12 hari.

Hasil Analisis Aspek Lingkungan

Berdasarkan analisa aspek lingkungan pada subbab 4.3.2. diperoleh hasil air limbah hasil olahan Unit Anaerobic Digester Tank telah memenuhi atau belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Hasil perbandingan air limbah hasil olahan pada Unit Anaerobic Digester Tank dibandingkan dengan baku mutu air limbah dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perbandingan Air Limbah Hasil Pengolahan Dengan Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Konsentrasi	Standar	Keterangan
	(mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	
BOD	103,58	30	Tidak Memenuhi

COD	315,4	50	Tidak Memenuhi
TSS	48,02	50	Sudah Memenuhi

Pada penelitian yang dilakukan Isni et al. (2015) kandungan COD, BOD, TSS memiliki kolerasi dengan kapasitas hidrolik (HLR, HRT, VUP dan debit). Debit yang semakin kecil, HLR/VUP memiliki nilai efisiensi penyisihan yang kecil dan sebaliknya. Semakin besar HRT, penyisihan COD, BOD, dan TSS semakin besar sehingga efisiensi pemisahannya meningkat. Nilai efisiensi removal COD, BOD, dan TSS optimal pada nilai HRT 72 jam dengan beban organik 9360 mg/l pada hari ke 18 yang diperoleh penghapusan COD sebesar 67%, BOD sebesar 75%, dan TSS sebesar 84,19%.

Berdasarkan data hasil uji air limbah hasil olahan yang telah dilakukan dan dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang tertuang dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya diketahui bahwa pada kandungan TSS sudah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Kandungan TSS yang berlebihan dapat menyebabkan terhalangnya sinar matahari yang masuk ke badan air, sehingga akan berdampak pada fotosintesis yaitu berkurangnya jumlah oksigen terlarut yang dialirkan ke badan air oleh tumbuhan air. Ekosistem perairan terganggu oleh penurunan oksigen terlarut, klaim Soemirat (2014). Selain itu, pembentukan lumpur dapat menghalangi aliran dan mengakibatkan pendangkalan badan air jika jumlah partikel tersuspensi ini mengendap. Kandungan TSS hasil pengolahan Unit Anaerobic Digester Tank ini masih di bawah baku mutu yang dipersyaratkan sehingga sinar matahari tidak terhalang masuk ke badan air, sehingga masih dapat digunakan untuk proses fotosintesis.

Berdasarkan tabel 4.8 hasil pengujian nilai konsentrasi diketahui bahwa parameter BOD dan COD pada Unit Anaerobic Digester Tank masih berada di atas kriteria mutu yang ditetapkan apabila air limbah yang diolah dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air.

Hal ini dapat menyebabkan pencemaran pada badan air yang diakibatkan oleh kandungan COD dan BOD tinggi yang dapat mengakibatkan penurunan kandungan oksigen terlarut (DO) yang

bisa menyebabkan badan air penerima tidak dapat melakukan pemurnian diri sehingga dapat mempengaruhi kehidupan biota di dalam badan air. Menurut Mulyaningsih (2013) kurangnya kehidupan biota air dapat disebabkan oleh sampah yang memiliki kadar BOD dan COD yang tinggi.

Rekomendasi Pemecahan Masalah

Sebagai hasil dari pembahasan, jelaslah bahwa berbagai elemen yang berpengaruh berkontribusi pada beberapa masalah yang diamati pada unit anaerobic digester tank. Hasil kajian teknis dan lingkungan tersebut kemudian digunakan sebagai pedoman untuk mencari solusi atas permasalahan yang muncul. Saran berikut untuk mengatasi masalah kemungkinan akan meningkatkan fungsionalitas unit tangki digester anaerobik.

- **Kapasitas Pengolahan**
Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan menunjukkan kapasitas pengolahan unit anaerobic digester tank pada IPAL Komunal RW 07 Tlogomas berada dalam kondisi overcapacity, sehingga perlu dilakukan bak pengatur debit agar air limbah yang masuk pada unit anaerobic digester tank tidak melebihi kapasitas pengolahan rencana.
- **Hidraulic Retention Time**
Hidraulic retention time yang pendek berpengaruh terhadap kinerja Unit Anaerobic Digester Tank. Hal ini menyebabkan polutan organik yang masuk dalam unit anaerobic digester tank. Studi tentang desain bangunan diperlukan untuk memastikan waktu retensi hidrolik terpenuhi karena polutan organik tidak dihilangkan dengan benar karena waktu kontak yang tidak mencukupi. Karena waktu retensi hidrolik dikendalikan oleh dimensi bangunan dan aliran air limbah yang masuk ke unit pengolahan, hal ini berkorelasi dengan kapasitas pengolahan.
- **Organic Loading Rate**
Organic loading rate yang tinggi berpengaruh terhadap proses pengembangbiakan mikroorganisme pengurai polutan organik. Hal ini menyebabkan proses degradasi polutan organik tidak optimal sehingga

mempengaruhi efisiensi removal pada unit anaerobic digester tank. Organic loading rate dipengaruhi oleh debit air limbah, konsentrasi beban organik, dan dimensi bangunan pengolah.

Berdasarkan permasalahan diatas dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama adalah kapasitas pengolahan yang berada pada kondisi *overcapacity*. Kondisi *overcapacity* berhubungan dengan kondisi debit air limbah eksisting yang melebihi dari kapasitas rencana. Hal itu dapat diakibatkan oleh penambahan jumlah sambungan dan peningkatan pola pemakaian air, sehingga debit air limbah yang masuk dalam unit *anaerobic digester tank* mengalami kenaikan. Rekomendasi dapat dilakukan dengan penambahan bak ekualisasi air limbah untuk mengatur debit air limbah yang masuk ke dalam unit pengolahan. Menurut Dwiyono (2018) bak ekualisasi berfungsi sebagai penampung air limbah dalam proses awal agar kualitas air rata dan teratur, dalam bak aliran dari air limbah yang akan masuk kedalam tangki pengolahan diatur. Maka dari itu diperlukan penambahan bak ekualisasi pada IPAL RW 07 Tlogomas sebelum pengolahan unit *anaerobic digester tank* sehingga aliran air limbah yang masuk ke dalam unit *anaerobic digester tank* tidak terjadi *over debit*.

Menentukan kapasitas bak ekualisasi dengan perhitungan di bawah ini.

- Waktu tinggal : 4-8 jam
- Kapasitas : 53 m³/hari

Direkomendasikan waktu tinggal 8 jam, jadi volume bak yang diperlukan adalah.

$$= \frac{8}{24} \text{ hari} \times 53 \text{ m}^3/\text{hari} \\ = 17,66 \text{ m}^3 \sim 18 \text{ m}^3$$

Rekomendasi desain Bak Ekualisasi seperti dibawah ini.

- Panjang: 6 m
- Lebar : 3 m
- Kedalaman : 2,5 m
- Volume: 45 m³

Direkomendasikan bak ekualisasi dengan volume sebesar 45 m³, dengan Panjang sebesar 6 m, lebar sebesar 3 m, dan kedalaman sebesar 2,5 m.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kinerja IPAL Komunal RW 07 Tlogomas Unit Anaerobic Digester Tank kurang efektif karena efluen yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013. Berdasarkan hasil evaluasi aspek teknis bangunan IPAL, diperoleh hasil sebagai berikut, Kapasitas pengolahan IPAL berada dalam kondisi *overcapacity*. *Hdraulic Retention Time* IPAL belum memenuhi kriteria desain. *Organic Loading Rate* IPAL sudah memenuhi kriteria desain. *Efisiensi removal* pada parameter BOD, COD, dan TSS belum memenuhi kriteria desain. Berdasarkan hasil evaluasi aspek teknis dan aspek lingkungan dapat direkomendasikan beberapa hal terkait. Kapasitas pengolahan berada dalam kondisi *overcapacity*, sehingga perlu dilakukan penambahan bak ekualisasi. *Hdraulic retention time* yang terlalu pendek, sehingga diperlukan bak ekualisasi sebelum pengolahan utama. *Organic loading rate* yang tinggi dipengaruhi oleh debit air limbah, konsentrasi beban organik, dan dimensi bangunan pengolah, oleh karena itu perlu ditambahkan bak ekualisasi agar nilai *organic loading rate* dapat optimum. Perlu ditambahkan Standar Operasional Prosedur (SOP) pengoperasian dan pemeliharaan IPAL Komunal RW 07 Tlogomas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmajid, M. 1981. *Penduduk Indonesia Menurut Propinsi SERI L No 3 Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Penduduk 1980*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Agustin, Ervin Silviana. 2014. *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Rsud Dr. M. Soewandhie Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Albashir, M. 2009. *Studi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Minuman*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anonim. 2014. *Buku Putih Sanitasi Kota Malang Tahun 2014*. Pemerintah Kota Malang: Malang.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 6989.59:2008 Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. Badan Standarisasi Nasional: Tangerang.

- Casban dan Ariya Purnamasari Dewi. *Analisis Efektivitas Teknologi Proses Biologis Anaerob - Aerob dengan Menggunakan Bed System Contact Media Pada Pengolahan Air Limbah Domestik di Perkantoran*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Chernicharo, Carlos A D L. 2007. *Biological Wastewater Treatment Series Volume four Anaerobic Reactors*. Brazil: IWA Publishing.
- Daroini, Tamamu Azizid. 2020. *Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan*. Bangkalan: Universitas Trunojoyo Madura.
- Direktur Jenderal Cipta Karya. 2017. *Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja Edisi Pertama 2017 Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR*. Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. 2018.
- Eddy dan Metcalf. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and disposal. U.S. Environmental Protection Agency Technology Transfer series EPA 625/1-71-006*.
- Farajzadehha, Soheil. 2012. Lab Scale Study of HRT and OLR Optimization in UASB Reaktor for Pretreating Fortified Wastewater in Various Operational Temperatures. *APCBEE Procedia 1*, 90 –95.
- Filiazati, Mega. Isna Apriani,. dan Titin Anita Zahara. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Hadimuljono, M. Basuki. 2015. *Pengembangan Air Minum dari Masa ke Masa (1800an-2009)*. Jakarta: BPPSPAM.
- Hendriarianti, Evy., dan I Nyoman Sudiasa. 2015. *Evaluasi Kinerja Ipal Komunal Mergosono Kota Malang*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Hutasoit, Tamarisa Kesia. 2018. *Studi Pengolahan Air Buangan Domestik Menggunakan Digester Anaerob Satu Tahap dan Dua Tahap Dengan Sistem Batch*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Pemukiman, dan Infrastruktur Wilayah. 2018. *Modul Teknologi WtE Berbasis Proses Biologis AD*. Bandung.
- Khaerunnisa, Gita dan Ika Rahmawati. 2013. *Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinsasse)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kota Malang. 2017. *Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 3 Tahun 2017 Tentang Pengendalian Pencemaran Air*. Pemerintah Kota Malang: Malang.
- Lettinga, G., and Hulshoff pol, L.W., 1991, UASB Process Design for Various Types of Wastewaters. *Wat. Sci. Tech.*, 24, 87-107.
- Moh. Masduki Hardjosuprpto (MODUTO). 2000. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*. ITB: Bandung.
- Mulyaningsih, D. 2013. Pengaruh Effective Microorganism MS-4(EM-4) terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu. *Naskah Publikasi, Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Novita, Elida. Hendra Andiananta Pradana. Sri Wahyuningsih. Bambang Marhaenanto. Moh. Wawan Sujarwo., dan Moh. Salman A Hafids. 2019. *Variasi Digester Anaerobik Terhadap Produksi Biogas Pada Penanganan Limbah Cair Pengolahan Kopi*. Jember: Universitas Jember.
- Nursanti, Ida. 2013. *Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob*. Jambi: Universitas Batanghari Jambi.
- Provinsi Jawa Timur. 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Pemerintah Provinsi Jawa Timur: Jawa Timur.
- Ramayanti, Devi dan Ulil Amna. 2019. *Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe*. Aceh: Universitas Samudra.
- Rani, Dheniq Chintia. 2019. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Industri Tempe Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik – Aerobik Di Desa Aikmual Kabupaten Lombok Tengah*. Mataram: Universitas Mataram.

- Schnürer, A., dan Jarvis, A. 2010. Microbiological handbook for biogas plants. *Swedish Waste Management U*, 2009, 1-74.
- Soemirat, Juli. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sulistia, Susi dan Alifya Cahaya Septisya. 2019. *Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran*. Jakarta: Institut Pertanian Bogor.
- Suoth, Alfrida E dan Ernawita Nazir. 2016."Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (grey water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas Yang Berada Di Tangerang Selatan." *Ecolab Vol. 10 No. 2*.
- Weiland, P. 1987. *Development of Anaerobic Filters for Treatment of high Strength Agro Industrial Waste Water, Bio Process Engineering 2*, Springer, Verlag.