

EVALUASI KINERJA UNIT SEDIMENTASI DAN ANAEROBIC BAFFLED REACTOR PADA IPAL KOMUNAL TLOGOMAS BERDASARKAN HASIL MONITORING KUALITAS EFLUEN

PERFORMANCE EVALUATION OF SEDIMENTATION UNIT AND ANAEROBIC BAFFLED REACTORS ON TLOGOMAS COMMUNAL WWTP BASED ON EFFLUENT QUALITY MONITORING DATA RESULTS

1) Andika Yoga Pradana, 2) Evy Hendriarianti, 3) Candra Dwiratna Wulandari
^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : 1) andikayogaprdn@gmail.com 2) evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id
3) candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK: Kelurahan Tlogomas adalah salah satu wilayah di Kota Malang yang mengelola IPAL secara komunal. IPAL Komunal Tlogomas memiliki susunan pengolahan yakni Unit Sedimentasi dan Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Kualitas effluen IPAL Komunal Tlogomas menunjukkan nilai rata-rata 38,68 mgBOD/L; 128,1 mgCOD/L dan 52 mgTSS/L yang belum memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi kinerja unit sedimentasi dan ABR eksisting berdasarkan data hasil monitoring sensor. Metode yang digunakan adalah dengan membandingkan hasil kinerja unit eksisting dengan profil dan kriteria desain. Hasil pengujian prototipe mampu mengestimasi nilai BOD dan COD dengan tingkat akurasi mencapai 94,70% dan 94,14%, namun data pengukuran prototipe sensor belum dapat digunakan untuk evaluasi kinerja IPAL dikarenakan prototipe masih dalam tahap pengembangan lebih lanjut. Hasil evaluasi kinerja unit sedimentasi menunjukkan nilai parameter HL eksisting tergolong rendah, sementara nilai parameter HRT eksisting terlampaui lama. Hasil evaluasi kinerja unit ABR eksisting sudah memenuhi kriteria desain.

Kata Kunci: Beban Organik, Beban Hidrolik, Evaluasi IPAL Komunal, Waktu Tinggal

ABSTRACT: Tlogomas is a one of region in Malang city that have applied Communal WWTP located in RT 5/RW 5. Tlogomas Communal WWTP consist Sedimentation Unit dan Anaerobic Baffled Reactors. WWTP effluent quality show the average value 38,68 mgBOD/L; 128,1 mgCOD/L and 52 mgTSS/L which have not met the quality standards based on East Java Governor Regulation No. 72 of 2013. For this reason, it is necessary to evaluate the performance of the existing condition of the sedimentation and ABR unit based on sensor monitoring data result. The method used in this evaluation is compare the performance results of the existing unit with the profile and design criteria. The results of the sensor prototype test were able to estimate the BOD and COD values with an accuracy up to 94.70% and 94.14%, but the sensor prototype measurement data could not be used because the prototype was still in the further development stage. The results of the performance evaluation of the sedimentation unit show that the value of the existing HL parameter is low, while the value of the existing HRT parameter is too long. The results of the performance evaluation of the existing ABR unit have met the design criteria.

Keywords: Evaluation of Communal WWTP, Hydraulic Loading, Hydraulic Retention Time, Organic Loading.

1. PENDAHULUAN

Kelurahan Tlogomas adalah salah satu wilayah di Kota Malang yang sudah menerapkan pengelolaan IPAL secara komunal. IPAL tersebut berlokasi di Kelurahan Tlogomas RT 5/ RW 5 yang memiliki susunan pengolahan yakni unit sedimentasi, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*. Unit sedimentasi terdiri dari dua kompartemen kemudian dilanjutkan unit ABR yang terdiri dari lima kompartemen.

Berdasarkan hasil uji kualitas efluen IPAL Komunal Tlogomas menunjukkan nilai rata rata 75,6 mgBOD/L, 281,8 mgCOD/L dan 72,7 mgTSS/L. Dari data tersebut terlihat bahwa IPAL Komunal Tlogomas memiliki kualitas efluen yang belum memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 sebesar 30 mgBOD/L, 50 mgCOD/L dan 50 mgTSS/L. Hal tersebut dikarenakan kurangnya perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan oleh pihak pengelola IPAL.

Berdasarkan permasalahan diatas kualitas effluen IPAL Komunal Tlogomas masih mengandung beban BOD, COD dan TSS yang cukup tinggi. Kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*) dan kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan parameter kimia yang berfungsi untuk mengetahui kualitas perairan. Kandungan BOD yang tinggi menandakan minimnya oksigen terlarut yang terdapat di dalam perairan (Daroini dan Arisandi, 2020). Selaras dengan kandungan COD yang tinggi pada air limbah menandakan bahwa kandungan oksigen terlarut dalam air limbah tersebut juga rendah (Wicheisa, *et al.*, 2018). Menurut Jones dalam Salmin (2005) kondisi tersebut akan berdampak terhadap kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut (*anoxia*). Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*) adalah material padatan, termasuk bahan organik dan anorganik yang tersuspensi di daerah perairan (Jiyah, *et al.*, 2017). Parameter TSS memiliki kaitan erat dengan kekeruhan sehingga menurut Helfinalis, *et al.*, (2012) nilai TSS yang tinggi dapat menyebabkan tingginya tingkat kekeruhan yang dapat menurunkan fotosintesa tumbuhan air sehingga oksigen yang dilepaskan ke air menjadi berkurang. Jika hal tersebut terjadi dalam jangka waktu

yang lama dapat menurunkan kualitas perairan. Efluen dengan konsentrasi pencemar yang masih tinggi akan berbahaya jika sampai mengkontaminasi lingkungan terutama badan air sekitar. Oleh karena itu maka peneliti ingin melakukan kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal Tlogomas Unit Sedimentasi dan *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* berdasarkan hasil pengukuran sistem monitoring online.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada IPAL Komunal RW 5 di Kelurahan Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru. Kegiatan evaluasi dilakukan pada unit sedimentasi dan ABR. Lokasi tersebut dipilih karena IPAL yang berada pada lokasi tersebut efluen air limbahnya langsung disalurkan ke badan air sungai Brantas.

Langkah Kerja

Proses langkah kerja penelitian ini meliputi survey lokasi awal, kemudian pengambilan data dan sampel. Survey lokasi awal adalah untuk melihat kondisi pengoperasian IPAL sekaligus melakukan perizinan dengan pihak pengelola IPAL Komunal Tlogomas. Data IPAL Komunal berupa data primer dan data sekunder. Sampel tersebut kemudian dilakukan pengukuran dengan prototipe sensor dan analisa laboratorium. Hasil pengukuran prototipe sensor akan dibandingkan dengan hasil uji laboratorium. Data dan hasil pengukuran kualitas efluen prototipe sensor akan dievaluasi berdasarkan profil dan kriteria desain.

Metode Pengumpulan Data

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada influen dan efluen unit sedimentasi dan unit ABR pada IPAL Komunal. Pengambilan sampel dilakukan pada saat jam puncak (antara pukul 05.00 – 06.00 pagi atau pukul 16.00 – 17.00 sore) dengan menggunakan metode *grab sample* (sampel sesaat). Selanjutnya dilakukan pengujian air limbah untuk parameter BOD, COD dan TSS. Pengukuran debit air dilakukan dengan gelas ukur dan *stopwatch*.

Tahap Pengumpulan Data

Data – data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu data

primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan meliputi:

- Data hasil pemeriksaan sensor influen dan efluen unit sedimentasi dan ABR pada IPAL Komunal Tlogomas meliputi parameter BOD, COD dan TSS.
- Data pengukuran eksisting bangunan IPAL Tlogomas.
- Data pengukuran debit air limbah eksisting.

Sedangkan untuk data sekunder yang dibutuhkan meliputi:

- Data hasil uji laboratorium kualitas influen dan efluen air limbah komunal unit sedimentasi dan ABR meliputi parameter BOD, COD dan TSS.
- Profil desain IPAL Tlogomas.
- Informasi pemeliharaan IPAL.

Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Data kualitas efluen hasil pengukuran sensor kemudian dibandingkan dengan hasil uji laboratorium berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 80 tahun 2019 dengan maksimal penyimpangan akurasi untuk parameter BOD, COD dan TSS sebesar 10%. Data-data yang berhasil dikumpulkan kemudian dievaluasi berdasarkan profil dan kriteria desain. Kriteria desain didasarkan pada Pedoman Perencanaan Teknik Terinci yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR yakni Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD). Unit sedimentasi memiliki kriteria desain seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Desain Unit Sedimentasi

Parameter	Satuan	Nilai
HL	m3/m2.hari	30-50
HRT	jam	1,5-2,5
BOD Removal	%	25-40
TSS Removal	%	50-70

Sumber: SPALD, 2018

Adapun kriteria desain unit ABR seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Desain Unit ABR

Parameter	Satuan	Nilai
Debit	m3/jam	2-200
OLR	m3/m2.hari	< 3

HRT	jam	8-20
BOD Removal	%	70-95
COD Removal	%	65-90
V. upflow	m/jam	< 2

Sumber: SPALD, 2018

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Air Limbah

Pengujian sampel air limbah dilakukan pada influen dan efluen unit sedimentasi dan ABR meliputi parameter BOD, COD dan TSS seperti yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kualitas Air Limbah Unit Sedimentasi dan ABR Eksisting

Parameter	Inlet	Inlet	Outlet	Baku
	Settler (mg/L)	ABR (mg/L)	ABR (mg/L)	Mutu (mg/L)
BOD	454,9	254	38,68	30
COD	891,7	622,9	128,1	50
TSS	793,8	148,6	52	50

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, 2022

Hasil Pengujian Prototipe

Tahap pengujian prototipe dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan beberapa metode *machine learning* dalam mengestimasi nilai BOD dan COD. Pengukuran sampel air limbah menggunakan sensor dilaksanakan pada laboratorium ITN Malang dan akan dibandingkan dengan hasil uji air limbah parameter BOD dan COD pada Laboratorium Jasa Tirta. Pengukuran air limbah dengan prototipe multi-sensor dilakukan selama 10 menit. Data hasil pengukuran prototipe sensor akan digunakan untuk proses *learning and training* algoritma dalam mengestimasi hasil BOD dan COD dari laboratorium (Soetedjo, *et al.*, 2022). Dalam proses *learning and training* ini digunakan beberapa metode regresi untuk mengestimasi nilai BOD dan COD. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Metode Estimasi BOD dan COD

Metode Regresi	Estimasi BOD	Estimasi COD
<i>2nd Polynomial</i>	47,85%	43,73%
<i>4th Polynomial</i>	68,70%	55,50%
<i>Random Forest</i>	94,70%	94,14%

Sumber: Soetedjo, *et al.*, 2022

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan hasil bahwa kedua metode *Polynomial Regression* menunjukkan akurasi yang lebih rendah. Sebaliknya metode *Random Forest Regression* secara efektif mampu mengestimasi BOD dan COD pada air limbah dengan tingkat keakurasian mencapai 94,70% dan 94,14%. Saat ini hasil estimasi BOD dan COD oleh prototipe multi-sensor masih belum dapat ditampilkan dalam bentuk mg/L karena keterbatasan pada prototipe multi-sensor tahap awal. Sehingga hasil pengukuran prototipe multi-sensor BOD dan COD belum dapat digunakan dalam evaluasi kinerja unit sedimentasi dan ABR.

Evaluasi Kinerja IPAL Eksisting

Berdasarkan hasil pengumpulan data primer dan sekunder maka diketahui bahwa IPAL Tlogomas memiliki debit eksisting sebesar 32,85 m³/hari. Unit sedimentasi memiliki ukuran panjang 2,2 m; lebar 2,37 m dan kedalaman 2,0 m. Rangkaian unit ABR terdiri dari 5 kompartemen dengan masing-masing kompartemen memiliki ukuran panjang 0,8 m; lebar 2,37 m dan kedalaman 2,0 m. Data yang telah terkumpul dilakukan pengolahan dan analisis, selanjutnya dilakukan evaluasi berdasarkan profil dan kriteria desain.

A. Unit Sedimentasi Eksisting

Hasil perhitungan kinerja untuk unit sedimentasi eksisting selanjutnya dibandingkan dengan profil dan kriteria desain seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Kinerja Unit Sedimentasi Eksisting

Parameter	Kinerja Eksisting	Profil Desain	Kriteria Desain
Debit (m ³ /hari)	32,85	45,79	-
HL (m ³ /m ² .hari)	6,3	8,8	30-45
HRT (jam)	7,6	2	1,5-2,5
BOD (%)	44,16	29	25-40
COD (%)	30,14	25	-
TSS (%)	81,28	55	50-70

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Berdasarkan Tabel 5 maka diketahui hasil kinerja untuk parameter beban hidrolis sebesar

6,3 m³/m².hari dan memiliki waktu tinggal selama 7,6 jam dengan kemampuan menurunkan BOD, COD dan TSS masing masing sebesar 44,16%; 30,14% dan 81,28%. Berdasarkan profil desain unit sedimentasi IPAL Tlogomas direncanakan memiliki waktu tinggal selama 2 jam dengan kemampuan menurunkan BOD dan COD sebesar 28% dan 26%. Mengacu pada kriteria desain dengan beban hidrolis maksimum 30-50 m³/m².hari dan memiliki waktu tinggal selama 1,5-2,5 jam dengan kemampuan menurunkan BOD dan TSS masing masing berkisar 25-40% dan 50-70%.

Debit eksisting pada IPAL Tlogomas sebesar 32,85 m³/hari masih belum mencapai debit profil desain perencanaan sebesar 45,79 m³/hari. Perbedaan debit eksisting dan rencana dapat berpengaruh pada beban hidrolis. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Indriani (2010) untuk uji beban hidrolis (HL) digunakan variasi debit 64,8 L/hari; 51,84 L/hari dan 34,56 L/hari. Sehingga HL yang terjadi akibat masing-masing debit pada kompartemen yakni 1,62-3,55 m³/m².hari; 1,30-2,84 m³/m².hari dan 0,86-1,89 m³/m².hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa fluktuasi debit berpengaruh pada beban hidrolis. Pernyataan tersebut sesuai dengan debit eksisting sebesar 32,85 m³/hari beban hidrolis yang terjadi pada unit sedimentasi eksisting sebesar 6,3 m³/m².hari, dengan debit perencanaan 45,79 m³/hari beban hidrolis yang terjadi pada unit sedimentasi eksisting sebesar 8,8 m³/m².hari.

Parameter beban hidrolis (HL) pada unit sedimentasi eksisting lebih rendah daripada kriteria desain yang ditetapkan. Berdasarkan rumus perhitungan diketahui bahwa tinggi rendahnya beban hidrolis berbanding lurus dengan volume debit. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Utami dan Eddy (2004) bahwa semakin besar debit yang masuk maka semakin besar pula beban hidrolis yang akan diterima oleh reaktor. Sehingga dapat menurunkan efisiensi reaktor dalam menurunkan kandungan bahan organik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ningrum, *et al.*, (2012) menunjukkan efisiensi penyisihan pada air limbah berjalan optimum pada beban hidrolis sebesar 0,025 m³/m²/jam dibandingkan dengan variasi beban hidrolis 0,033 m³/m²/jam dan 0,05 m³/m²/jam. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin rendah beban hidrolis maka semakin baik efisiensi pengolahan. Pernyataan tersebut sesuai dengan beban hidrolis pada unit sedimentasi eksisting sebesar 6,3 m³/m²/jam dengan penurunan TSS

sebesar 81,28% dibandingkan kriteria desain dengan HL sebesar 30-50 m³/m²/jam memiliki penurunan TSS sebesar 50-70%.

Dari hasil evaluasi diketahui bahwa kinerja unit sedimentasi eksisting memiliki kelebihan pada parameter waktu tinggal (HRT). Salah satu penyebab lamanya waktu tinggal pada unit sedimentasi eksisting IPAL Tlogomas adalah banyaknya lumpur tinja yang terkandung pada unit sedimentasi. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pengurasan dan pemeliharaan yang rutin oleh pihak pengelola IPAL. Menurut Rumbino dan Kezia (2020) pada unit sedimentasi terjadi proses pemisahan partikel-partikel berat (*suspense*) seperti pasir, tanah dan kotoran dengan cairan menggunakan pengendapan secara alami (gravitasi). Parameter *suspended solid* menunjukkan banyaknya kandungan organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air (Sasse, 1998). Sehingga semakin tinggi kandungan *suspended solid* maka semakin banyak partikel berat (*suspense*) yang akan mengendap menjadi lumpur (*sludge*).

Seiring berjalannya waktu terjadi peningkatan jumlah endapan lumpur pada unit sedimentasi eksisting dapat menyebabkan lamanya waktu yang dibutuhkan pada proses sedimentasi. Penambahan padatan pada unit sedimentasi berakibat pada viskositas fluida yang semakin kental sehingga proses sedimentasi semakin lama (Rumbino dan Kezia, 2020). Roessiana (2014) juga menyatakan bahwa ketika partikel padatan berada pada keadaan saling berdesakan maka proses sedimentasi semakin lama semakin lambat, sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Waktu tinggal yang lama akan berakibat tidak efektif secara waktu sehingga kinerja unit sedimentasi tidak sesuai dengan profil dan kriteria desain (Quraini, *et al.*, 2022). Pernyataan tersebut semakin menguatkan bahwa banyaknya volume lumpur endapan pada unit sedimentasi eksisting berpengaruh pada HRT sebesar 7,6 jam yang belum sesuai dengan profil dan kriteria desain yakni sekitar 0,5-2,5 jam.

Menurut pernyataan Sasse (1998) dalam buku “*Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries* (DEWATS) bahwa partikel akan mengendap dan terakumulasi pada dasar reaktor. Lama kelamaan jumlah lumpur akan terakumulasi dan memenuhi volume reaktor sehingga perlu dilakukan pengurasan secara berkala. Berdasarkan perhitungan pada subbab 4.4.1 diketahui bahwa timbulan lumpur yang dihasilkan 21,16 kg/hari dengan penurunan

TSS mencapai 81,28% sehingga didapatkan volume lumpur 0,62 m³/bulan. Dengan begitu waktu yang dibutuhkan untuk pengurasan lumpur unit sedimentasi eksisting adalah 8 bulan sekali.

B. Unit ABR Eksisting

Hasil perhitungan kinerja untuk unit ABR eksisting selanjutnya dibandingkan dengan profil dan kriteria desain seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Kinerja Unit ABR Eksisting

Parameter	Kinerja Eksisting	Profil Desain	Kriteria Desain
Debit (m ³ /hari)	32,85	45,79	2-200
OLR (kg/m ³ .hari)	1,08	1,83	< 3
HRT (jam)	13,9	15	8-20
BOD (%)	84,77	59	70-95
COD (%)	79,43	55	65-90
TSS (%)	65,10	-	-
V. Upflow (m/jam)	0,72	1,06	< 2

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.5 maka diketahui hasil kinerja untuk parameter debit sebesar 32,85 m³/hari, beban hidrolis sebesar 1,08 kgCOD/m³.hari memiliki waktu tinggal selama 14 jam dan kecepatan upflow 0,72 m/jam dengan kemampuan menurunkan COD, BOD dan TSS berturut-turut mencapai 79,43%; 84,77% dan 65,01%. Berdasarkan profil desain unit ABR IPAL Tlogomas direncanakan memiliki debit sebesar 45,79 m³/hari, waktu tinggal selama 15 jam dengan dengan kemampuan menurunkan COD dan BOD berturut-turut mencapai 55% dan 59%. Mengacu pada kriteria desain dengan debit sebesar 2-200 m³/hari, beban organik maksimum 3 kgCOD/m³.hari, memiliki waktu tinggal selama 8-20 jam dan kecepatan upflow maksimum 2 m/jam dengan kemampuan menurunkan COD & BOD berturut-turut mencapai 65-90% dan 70-95%.

Dari hasil tersebut diketahui bahwa hasil kinerja unit ABR sudah memenuhi kriteria desain namun untuk volume debit eksisting belum mencapai debit profil desain. Perbedaan debit profil desain dan eksisting ini akan

berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan unit pengolah air limbah (Pitoyo, *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yazid, *et al.*, (2012) didapatkan hasil bahwa semakin kecil debit maka penurunan pencemar akan semakin meningkat. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil analisa unit ABR eksisting dengan debit sebesar 32,85 m³/hari memiliki kemampuan penurunan COD dan BOD masing-masing sebesar 79,43% dan 84,77% dibandingkan profil desain perencanaan dengan debit sebesar 45,79 m³/hari memiliki kemampuan penurunan COD dan BOD masing-masing sebesar 55% dan 59%.

Beban organik (OLR) yang masuk di unit ABR berpengaruh pada efisiensi penurunan pencemar. Menurut Munazah dan Prayatni (2008) semakin besar pembebanan organik menunjukkan tingginya kandungan bahan organik tidak terlarut, sehingga menghasilkan bahan organik resisten. Hal tersebut mengakibatkan efisiensi penyisihan akan menurun. Hal serupa juga disampaikan oleh Thanwised, *et al.*, (2012) dalam Kurnianingtyas, *et al.*, (2020) bahwa jika beban organik terlalu besar dapat mengakibatkan terganggunya proses pengolahan, karena dalam proses pengolahan ABR memanfaatkan mikroorganisme yang sensitif terhadap perubahan beban organik. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin rendah beban organik (OLR) berpengaruh pada efisiensi penyisihan yang semakin tinggi. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil analisa unit ABR eksisting dengan debit sebesar 32,85 m³/hari memiliki beban organik sebesar 1,08 kgCOD/m³.hari dengan kemampuan penurunan COD sebesar 79,43% dibandingkan profil desain perencanaan dengan debit sebesar 45,79 m³/hari memiliki beban organik sebesar 1,83 kgCOD/m³.hari memiliki kemampuan penurunan COD sebesar 55%.

Parameter selanjutnya adalah HRT pada unit ABR eksisting yang memenuhi profil dan kriteria desain. Menurut Kurnianingtyas, *et al.*, (2020) waktu tinggal (HRT) adalah salah satu parameter penting dalam pengolahan air limbah karena merupakan waktu yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi polutan pada air limbah. Berdasarkan hasil analisa unit ABR eksisting memiliki HRT sebesar 13,9 jam dengan kemampuan removal BOD dan COD sebesar 79,43% dan 84,77% jika dibandingkan kriteria desain dengan HRT minimum 8 jam memiliki kemampuan removal BOD dan COD sekitar 65% dan 70%. Hal tersebut menunjukkan

bahwa waktu tinggal (HRT) yang lebih lama akan membuat efisiensi penyisihan menjadi lebih tinggi karena waktu kontak antara mikroorganisme dengan air limbah untuk menguraikannya menjadi lebih lama (Pitoyo, *et al.*, 2017).

Parameter kecepatan *upflow* pada unit ABR eksisting sudah memenuhi kriteria desain. Kecepatan *upflow* juga menjadi salah satu parameter yang mempengaruhi kinerja unit ABR. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anindita, *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan paling besar didapatkan dengan kecepatan *upflow* 0,05 m/jam dibandingkan dengan kecepatan *upflow* 0,06 m/jam; 0,075 m/jam; 0,1 m/jam dan 0,15 m/jam. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin kecil kecepatan *upflow* memberikan peningkatan efisiensi pengolahan yang cukup besar pada BOD dan COD. Kecepatan *upflow* juga memiliki korelasi dengan waktu tinggal (HRT) bahwa semakin kecil kecepatan *upflow* maka akan semakin meningkatkan waktu tinggal (HRT) air limbah pada reaktor.

Berdasarkan perhitungan pada subbab 4.4.2 diketahui bahwa timbulan lumpur yang dihasilkan pada unit ABR eksisting sebesar 3,17 kg/hari dengan penurunan TSS mencapai 65,01% sehingga didapatkan volume lumpur 0,09 m³/bulan. Dengan begitu waktu yang dibutuhkan untuk pengurasan lumpur pada unit ABR eksisting adalah 4 tahun sekali. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hutagaol dan Welly (2020) didapatkan hasil bahwa sebanyak IPAL Komunal memiliki rata-rata periode pengurasan 3-6 tahun pada unit ABR.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan evaluasi kinerja unit sedimentasi dan ABR IPAL Komunal Tlogomas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter BOD, COD dan TSS pada effluen sedimentasi yang masuk ke unit ABR belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013.
2. Hasil pengujian prototipe multi-sensor dapat secara efektif mengestimasi BOD dan COD pada air limbah dengan tingkat keakurasian mencapai 94,70% dan 94,14%. Meskipun saat ini hasil estimasi prototipe multi-sensor masih belum dapat ditampilkan dalam bentuk mg/L, namun dapat disimpulkan bahwa prototipe

memiliki tingkat keakurasian cukup tinggi dalam mengestimasi nilai BOD dan COD.

3. Evaluasi kinerja unit sedimentasi untuk parameter HL (beban hidrolis) tergolong rendah dibandingkan kriteria desain, untuk parameter HRT terlampaui lama sehingga belum memenuhi kriteria desain. Adanya kelebihan pada parameter waktu tinggal yang disebabkan banyaknya lumpur tinja sehingga berpengaruh pada lambatnya proses sedimentasi.
4. Evaluasi kinerja unit ABR untuk parameter OLR, HRT dan kecepatan upflow sudah sesuai dengan kriteria desain. Kecepatan upflow yang rendah akan mengakibatkan HRT yang cukup lama sehingga memberi waktu lebih lama bagi mikroorganisme untuk menguraikan pencemar. Beban organik yang cukup rendah (OLR) menandakan bahwa bahan organik yang terkandung tidak terlalu tinggi sehingga dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

5. SARAN

Berdasarkan kegiatan evaluasi kinerja unit sedimentasi dan ABR IPAL Komunal Tlogomas maka dapat ditentukan beberapa saran sebagai berikut:

A. Peneliti

Saran bagi peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Perlunya melakukan pengujian kualitas air limbah untuk parameter pH dan minyak lemak.
- Perlunya pengukuran debit dan pengambilan sampel air limbah secara berkala.

B. Pengelola IPAL

Saran bagi peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengurusan lumpur pada unit sedimentasi setidaknya 8 bulan sekali dan unit ABR setiap 3-4 tahun.
- Melakukan pengecekan kualitas efluen secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

Anindita, Raras., Sudarno dan Syarifudin. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Influen Dan Kecepatan Upflow Terhadap*

Penyisihan Bod Dan Cod Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Artificial (Grey Water) Menggunakan Reaktor UASB. Universitas Diponegoro: Semarang.

Daroni, Tamamu Azizid dan Apri Arisandi. 2020. *Analisis Bod (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan.* Juvenil Vol. 1(4).

Helfinalis, Sultan dan Rubiman. 2012. *Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar.* Vol.17 (3): 148-153.

Hutagaol, Debbie Gabriella dan Welly Herumurti. 2020. *Perencanaan Pengurusan dan Pengeringan Lumpur Skala Kecil IPALD-T Kabupaten Gresik.* Jurnal Teknik ITS Vol 9(2).

Indriani, Tika dan Welly Herumurti. 2010. *Studi Efisiensi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi Abr-Anaerobic Filter.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Jiyah, Bambang Sudarsono dan Abdi Sukmono. 2017. *Studi Distribusi Total Suspended Solid (Tss) Di Perairanpantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat.* Jurnal Geodesi Undip 6 (1): 41-47.

Kurnianingtyas, Erlina; Agus Prasetya dan Ahmad Tawfiequrrahman. 2020. *Kajian Kinerja Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal (Studi Kasus: IPAL Komunal Kalisong, Kelurahan Sembung, Kecamatan Tulungagung, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur).* Media Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 5(1): 62-70.

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 80 Tahun 2019 tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah Secara Terus Menerus Dan Dalam Jaringan Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan.* Jakarta: Kementrian LHK.

- Munazah, Ashila Rieska dan Prayatni Soewondo. 2008. *Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan Dengan Modifikasi Abr Dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga*. Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti Vol. 4(4).
- Ningrum, Ardina Sita; Syafrudin dan Sudarno. 2012. *Pengaruh Hydraulic Loading Rate (Hlr) Dan Konsentrasi Influen Terhadap Penyisihan Parameter Bod, Cod Dan Nitrat Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Campuran (Grey Water Dan Black Water) Menggunakan Reaktor UASB*. Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Vol. 1(1).
- Quraini, Nada; Muhammad Busyairi dan Fahrizal Adnan. 2022. *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang*. Journal of Environmental Vol. 6(1).
- Roessiana, Setyadi dan Sandy. 2014. *Model Persamaan Faktor Koreksi pada Proses Sedimentasi dalam Keadaan Free Settling*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Vol.6(2): 98-106.
- Rumboni, Yusuf dan Kezia Abigael. 2020. *Penentuan Laju Pengendapan Partikel di Kolam Penampungan Air Hasil Pencucian Biji Mangan*. Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana Vol.14(1): 55-59.
- Sasse, Ludwig. 1998. *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen Overseas Research and Development Association: Bremen.
- Soetedjo, Aryu; Evy Hendriarianti dan Renaldi Primaswara Prasetya. 2022. *BOD and COD Estimation of Wastewater Based on Low-Cost Sensors Using Random Forest Regression Technique*. Institut Teknologi Nasional: Malang
- Supriyatno, Budi. 2000. *Pengelolaan Air Limbah Yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi Dan Langkah Penanganannya*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 1 (1): 17-26.
- Utami, Ardhaningtyas Riza dan Eddy Setiadi Soedjono. 2004. *Pengolahan Limbah Cair Industri Wood Carving Pt Bali Deva Agung Menggunakan Reaktor Upflow Anaerobic Filter*. Jurnal Purifikasi Vol. 5(1): 19-24.
- Wicheisa, Fransiska Vony., Yusniar Hanani dan Nikie Astorina. 2018. *Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa*. Jurnal Kesehatan Masyarakat 6 (6): 135-142.
- Yazid, Fauzia Rahmiyati; Syafrudin dan Ganjar Samudro. 2012. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Dan Debit Pada Pengolahan Air Artifisial (Campuran Grey Water Dan Black Water) Menggunakan Reaktor UASB*. Jurnal Presipitasi Vol. 9(1).