EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL MERGOSONO KOTA MALANG

PERFORMANCE EVALUATION OF MERGOSONO COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT IN MALANG CITY

Evy Hendriarianti[1] dan I Nyoman Sudiasa[2]
Program Studi Teknik Lingkungan ITN Malang[1]
Program Studi Teknik Sipil ITN Malang[2]
Jalan Bendungan Sigura-Gura No.2, Malang
Email: [1)]hendriarianti@yahoo.com

Abstrak
Sampai saat ini, kinerja pengelolaan air limbah domestik melalui IPAL Komunal masih rendah. Evaluasi kinerja IPAL Komunal diperlukan untuk mengetahui faktor penyebabnya. Studi dilakukan pada IPAL Komunal Mergosono di kota Malang yang mempunyai konfigurasi unit pengolahan Biofilter-Aerasi Berjenjang. Metode evaluasi kinerja IPAL Komunal menggunakan metode pengukuran tingkat penyisihan BOD, COD, TSS, NO_3, NH_3 dan PO_4. Selanjutnya parameter desain seperti tingkat pembebanan organik, hidrolik dan waktu tinggal dalam reaktor dievaluasi kelayakannya dari studi literatur dan kriteria desain yang terkait. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja yang sangat rendah. Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%; (67,30%);(10,91%). Kinerja IPAL Komunal Mergosono yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan biologi dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan._Kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang yang rendah disebabkan karena rasio tinggi air dalam bak dan tinggi limpasan yang rendah sehingga jumlah udara yang masuk terbatas. Disamping itu beban permukaan pada unit aerasi berjenjang juga rendah._Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan organik, tingkat pembebanan hidrolik dan waktu tinggal.
Kata kunci: Kinerja IPAL Komunal, Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS, NO_3, PO_4

Abstract
Until now, the performance of domestic waste water management through communal WWTP is still low. Communal WWTP performance evaluation is needed to determine the cause. Studies conducted on Communal WWTP Mergosono in Malang city that has configuration processing unit Biofilter-Cascade Aeration. Communal WWTP performance evaluation method using the method of measuring the level of the removal for BOD, COD, TSS, NO3, NH3 and PO4. Furthermore, the design parameters such as organic loading rate, hydraulic residence time in the reactor were evaluated their feasibility from the study of literature and related design criteria. Evaluation results showed very low performance. The level of removal for TSS, BOD and COD at maximum flow respectively by 9.5%; 19.01%; (17.24%). The level of removal for TSS, BOD and COD at a minimum flow of (124.95%; (67.30%) (10.91%). Performance Communal WWTP Mergosono low due to the low of residence time (HRT) and organic loading rate (OLR) in the waste water treatment unit biological. This condition is caused due to lack of maintenance on the reactor unit of processing. The low of process performance at cascade aeration due to the ratio of water height in the tank and height of the runoff so low that the amount of incoming air is limited. Besides, the surface loading at cascade aeration is too low. Efforts to improve the performance of the WWTP maintenance are done with the intensive and study of performance optimization of WWTP with organic loading rate, hydraulic loading rate and residence time as the operating parameters.
Keywords: Communal WWTP performance, Level of removal for BOD, COD, TSS, NO_3, PO_4

PENDAHULUAN

Pengelolaan air limbah yang efektif telah terbukti baik di negara maju tetapi masih terbatas di negara berkembang (Jhansi, 2013). Di Indonesia, masalah air limbah menjadi isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia membentuk tim teknis pembangunan sanitasi pada tahun 2009 dengan program percepatan pembangunan sanitasi pemukiman (PPSP) yang direncanakan selesai pada akhir tahun 2014. Tetapi, berdasarkan evaluasi terhadap program PPSP melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Semua kota dan kabupaten mendapatkan nilai D (zona merah) karena nilai indeksnya dibawah 6,0. Parameter yang dievaluasi adalah profil akses, akses infrastrukur dan akses investasi (Pokja AMPL, 2012). Kota Malang yang menjadi wilayah studi dalam penelitian ini memiliki skor yang sangat rendah yaitu 0.4 (PPSP, 2012.). Dengan kepadatan penduduk rata-rata pada tahun 2010 sebesar 86 jiwa/ha, sistem pengolahan air limbah domestik yang sesuai di kota Malang berupa sistem komunal. Saat ini sistem komunal banyak digunakan di Indonesia. Kecenderungan penggunaan sistem komunal di masa yang akan datang mempertimbangkan pengelolaan yang fleksibel, teknologi yang sederhana dan pembiayaan yang efektif (Massoud *et. al*, 2009; Hendrawan, 2013). Namun demikian, sampai saat ini kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal eksisting masih sangat terbatas dibandingkan dengan tingkat aplikasinya. Kota Malang sejak tahun 1986 sampai tahun 2011 hanya memiliki 7 (tujuh) IPAL Komunal. Pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2014 terjadi peningkatan jumlah IPAL Komunal rata-rata per tahun sebesar 74 % atau lebih kurang 14 unit (BLH Kota Malang dan BKBPM, 2014) . Tetapi sampai saat ini evaluasi kinerja pengolahan IPAL Komunal masih terbatas pada sebagian IPAL Komunal yang lama contohnya IPLT Komunal Mergosono. Data dari Laporan Rencana Induk Air Limbah kota Malang Tahun 2011, kualitas efluen IPLT Mergosono yang dibangun tahun 1998 dengan kapasitas 6000 masih tidak layak. Kandungan bahan organik (BOD dan COD) masih tinggi hingga 92 mg/L dan 192 mg/L. Efisiensi penyisihan TSS, BOD dan COD pada tahun 2011 sebesar 17,81%, 26,98 % dan 27,27%. Dengan unit pengolahan biologi berupa Anaerobik Filter seharusnya efisiensi penurunan BOD dan COD berturut-turut sebesar 80-95% dan 80-90% (Qosim, 1985). Sedangkan untuk IPAL Komunal yang baru, kegiatan evaluasi terbatas pada efluen yang dihasilkan yang dibandingkan dengan nilai baku mutu limbah domestik.

Rendahnya kinerja pengolahan air limbah domestik di Indonesia tidak hanya pada sistem komunal. Lembaga non profit Amerika untuk pembangunan internasional (USAID) melalui *Environment Service Program* telah melakukan studi komparasi beberapa IPAL terpusat di Indonesia pada tahun 2006. Hasilnya menunjukkan semua IPAL terpusat yang dikaji memiliki beban pengolahan rendah. Kinerja IPAL Parapat, Yogjakarta dan Banjarmasin cukup bagus dengan tingkat pemisahan BOD berturut-turut sebesar 85%, 88% dan 89%. Sebaliknya, hasil yang kurang bagus ditunjukkan oleh IPAL terpusat Cirebon, Medan, Jakarta dan Bandung dengan tingkat pemisahan berkisar 50%. Bahkan pada IPAL Semanggi Solo desain dan operasinya tidak layak untuk memisahkan bahan organik limbah cair domestik (USAID, 2006).

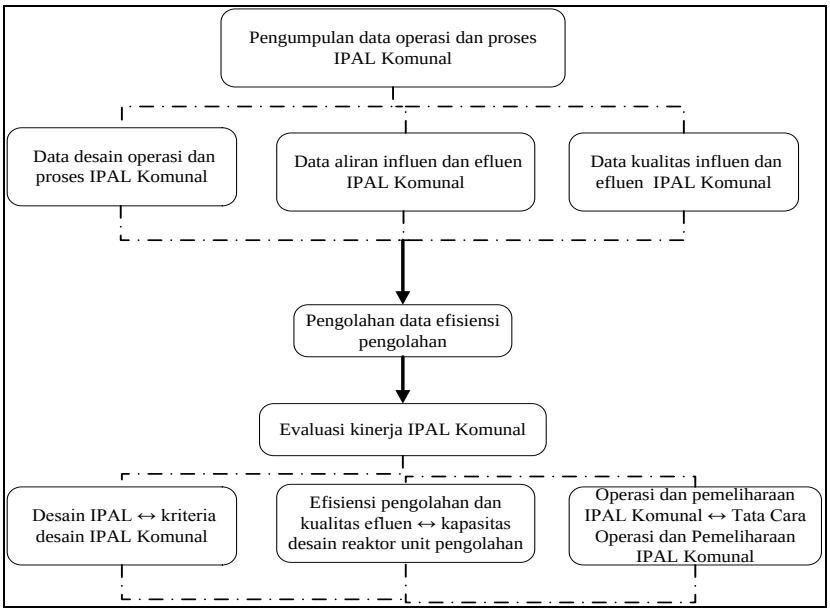
Dari kinerja IPAL Domestik sistem komunal maupun sistem terpusat yang rendah dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai penerima efluen. Hasil analisa kualitas air anak sungai Brantas oleh BLH Kota Malang pada tahun 2011 untuk parameter *dissolved oxygen (DO*) pada lokasi pembuangan efluen IPAL Mergosono menunjukkan konsentrasi sebesar 2 mg/L pada bulan Juli; 1,8 mg/L pada bulan Agustus dan 1,85 mg/L pada bulan September. Hasil ini menunjukkan rendahnya nilai DO pada sungai penerima efluen IPAL komunal Mergosono. Konsentrasi DO pada lokasi sebelum titik pembuangan efluen di sungai Brantas menunjukkan nilai yang lebih besar yaitu sebesar 2,3 mg/L pada bulan Juli; 2,0 mg/L pada bulan Agustus dan 2,1 mg/L pada bulan September. Umumnya konsentrasi DO merupakan konsentrasi rata-rata musiman dengan nilai konsentrasi minimum 3 – 4 mg/L dan konsentrasi yang diinginkan 5 -7 mg/L (Palmer, 2001).

Dengan melihat permasalahan rendahnya kinerja IPAL domestik dan pengaruhnya terhadap kualitas air sungai penerima efluen IPAL, maka perlu dilakukan evaluasi kinerja IPAL domestik dengan obyek penelitian pada sistem komunal. IPAL Komunal Mergosono dibangun pada tahun 1998 dikelola oleh pemerintah (UPTD SPAL) memiliki unit pengolahan Filter Anaerobik-Aerasi. Diharapkan dari hasil evaluasi kinerja IPAL Komunal ini dapat memberikan masukan optimalisasi IPAL sehingga efluen yang dihasilkan lebih baik. Kegiatan optimalisasi IPAL bermanfaat

memberikan solusi permasalahan kinerja IPAL eksisting daripada memperbaharui infrastruktur IPAL yang memerlukan biaya tinggi.

METODE

Kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.
Diagram alir Kegiatan Evaluasi Kinerja IPAL Komunal

Uraian setiap tahapan kegiatan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data operasi dan proses pengolahan IPAL Komunal yang terdiri dari dari :
   - Data desain operasi dan proses dari Dinas kebersihan dan Pertamanan Kota Malang selaku pengelola IPAL Komunal.
   - Sampling dan analisa parameter kualitas influen dan efluen di setiap unit pengolahan IPAL Komunal yang meliputi konsentrasi BOD, COD, TSS, NO_3, dan PO_4. Sampling air limbah dilakukan dengan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) pada saat jam puncak sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.
   - Analisa kualitas sampel air limbah dilakukan oleh Laboratorium Kualitas Air PJT I dengan menggunakan metode sebagai berikut.

Tabel 1. Metode Analisa Parameter Air Limbah

No.	Parameter	Satuan	Metode Analisa
1.	BOD	mg/L	APHA.5210 B-1998
2.	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)
3.	TSS	mg/L	APHA.2540 D-2005
4.	NO_3	mg/L	QI/LKA/65
5.	PO_4	mg/L	SNI 19-2483-1991

Sumber : Laboratorium Kualitas Air PJT I

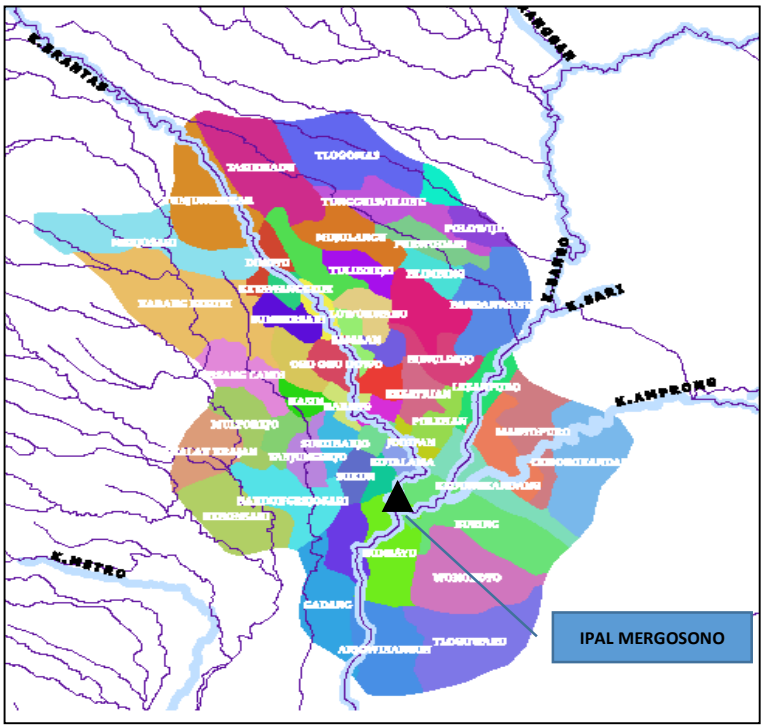
2. Pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi pengolahan di setiap unit pengolahan.
3. Evaluasi kinerja IPAL Komunal dengan membandingkan :
   - Desain IPAL dengan kriteria desain IPAL Komunal berdasarkan studi literatur dan Pedoman Perencanaan Air Limbah Komunal.

- Efisiensi pengolahan dan kualitas efluen dari kapasitas desain reaktor unit pengolahan.
- Operasi dan pemeliharaan IPAL Komunal dengan Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan IPAL Komunal (www.sanitasi.or.id)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Obyek Studi

Lokasi IPAL Komunal Tlogomas dan IPAL Komunal Mergosono berada pada daerah hulu dan tengah aliran sungai Brantas di kota Malang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Lokasi IPAL Mergosono

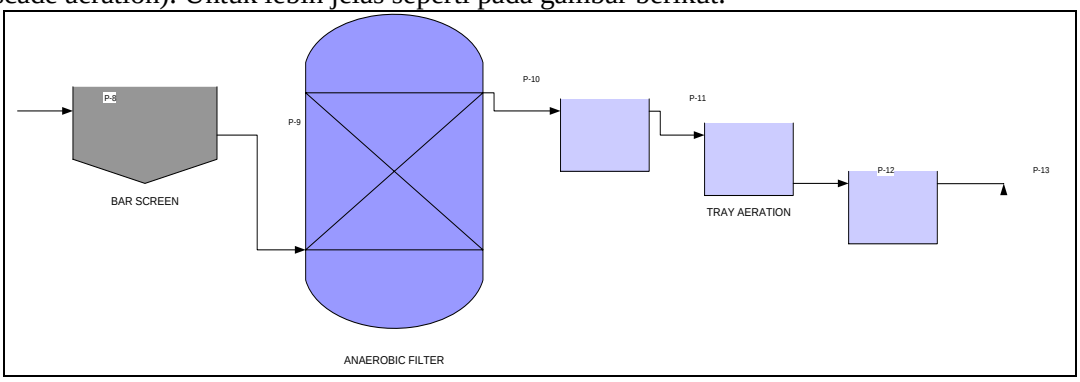
Gambaran IPAL Komunal

Gambaran umum IPAL Mergosono sebagai berikut.

Tabel 3. Diskripsi Umum IPAL Komunal Mergosono

NO.	PARAMETER	DISKRIPSI
1.	Nama IPAL	IPAL Modular Sewerage System (MSS) - Mergosono
2.	Lokasi	Jl. Kolonel Sugiono III, Kel. Mergosono, Kec. Kedungkandang.
3.	Tahun Pembangunan IPAL	Tahun 1998
4.	Dana Instalasi	Kerjasama PJT I dengan Pemerintah Kota Malang
5.	Pengelola	Dinas Kebersihan Kota Malang
6.	Wilayah Pelayanan	Kel. Mergosono, daerah Kolonel Sugiono
7.	Kapasitas IPAL	6.000 Jiwa

Unit operasi IPAL Mergosono terdiri dari prasedimentasi, filter anaerobik dan aerasi berjenjang (cascade aeration). Untuk lebih jelas seperti pada gambar berikut.



Gambar 6. Skema Unit Pengolahan IPAL Mergosono

Gambar 7. Kondisi Unit Pengolahan IPAL Mergosono

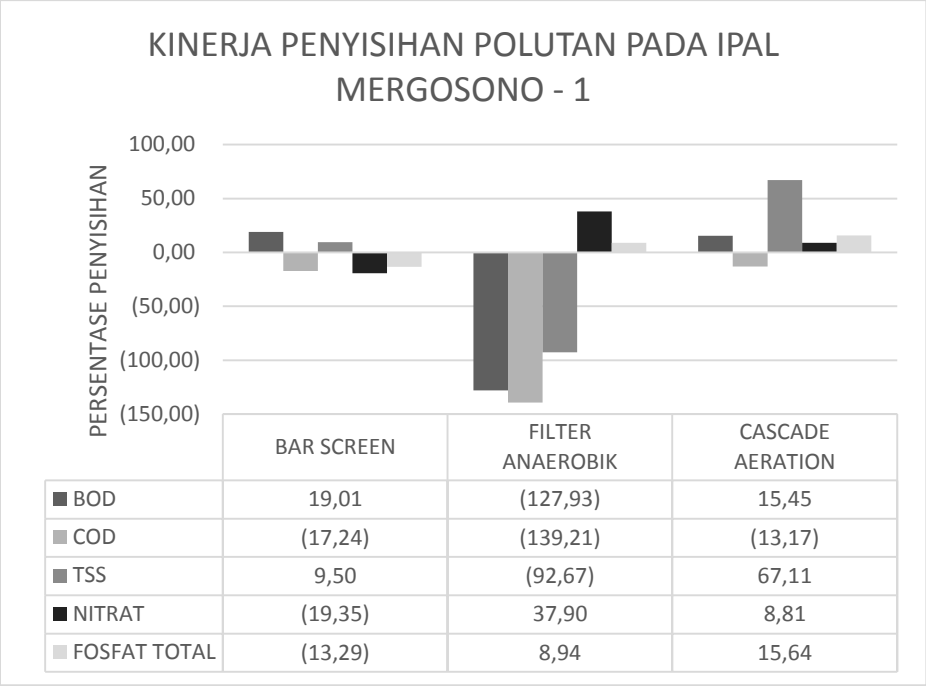
Hasil Evaluasi IPAL Komunal

Hasil uji kualitas efluen di setiap unit pengolahan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Hasil Analisa Kualitas Efluen Unit Pengolahan IPAL Komunal

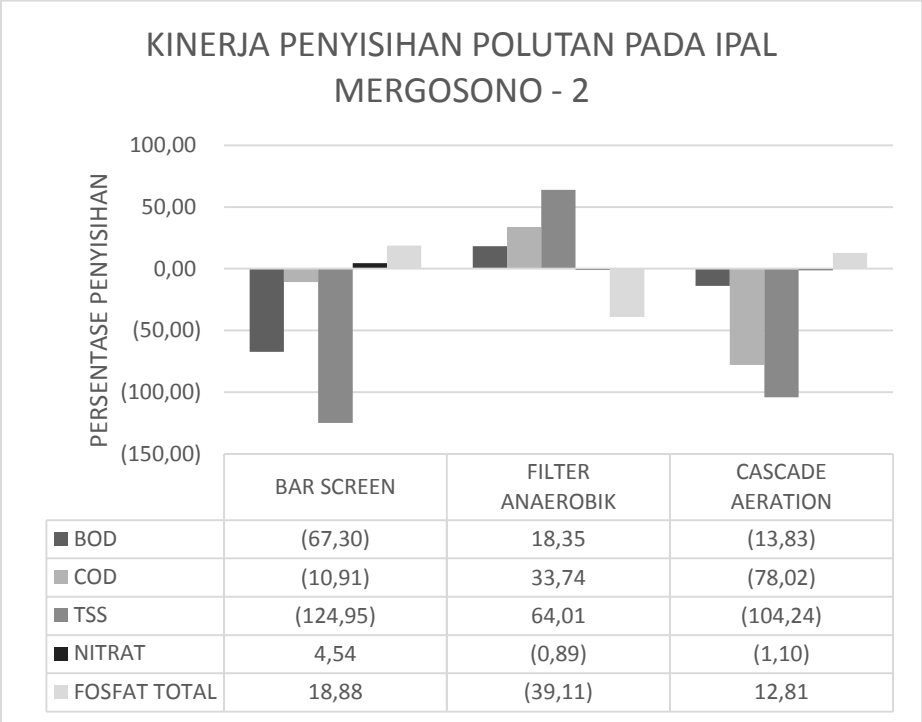
NO.	TITIK SAMPLING	KONSENTRASI PADA ALIRAN MAKSIMUM (mg/L)					KONSENTRASI PADA ALIRAN MINIMUM (mg/L)				
		BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL	BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL
1	INLET IPAL	26,3	51,17	55,8	2,16	3,16	84,7	362,1	105	2,359	2,49
2	OUTLET SCREENING	21,3	59,99	50,5	2,578	3,58	141,7	401,6	236,2	2,252	2,02
3	OUTLET FILTER ANAEROBIK	48,55	143,5	97,3	1,601	3,26	115,7	266,1	85	2,272	2,81
4	OUTLET CASCADE AERATION	41,05	162,4	32	1,46	2,75	131,7	473,7	173,6	2,297	2,45
5	OUTLET IPAL	45,3	147,4	51,3	1,482	4,53	9,7	27,92	146,2	2,414	2,92

Hasil uji konsentrasi efluen diatas digunakan untuk menghitung tingkat penyisihan dari setiap parameter kualitas efluen. Tingkat penyisihan konsentrasi efluen yang menggambarkan kinerja pengolahan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



	BAR SCREEN	FILTER ANAEROBIK	CASCADE AERATION
BOD	19,01	(127,93)	15,45
COD	(17,24)	(139,21)	(13,17)
TSS	9,50	(92,67)	67,11
NITRAT	(19,35)	37,90	8,81
FOSFAT TOTAL	(13,29)	8,94	15,64

Grafik 3. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Maksimum



	BAR SCREEN	FILTER ANAEROBIK	CASCADE AERATION
BOD	(67,30)	18,35	(13,83)
COD	(10,91)	33,74	(78,02)
TSS	(124,95)	64,01	(104,24)
NITRAT	4,54	(0,89)	(1,10)
FOSFAT TOTAL	18,88	(39,11)	12,81

Grafik 4. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Minimum

Dari grafik kinerja unit pengolahan ipal komunal diatas dapat dilihat tinggi dan rendahnya kinerja beberapa unit pengolahan. Pada IPAL Komunal Mergosono terjadi peningkatan konsentrasi BOD, COD dan TSS pada outlet reaktor Filter Anaerobik. Unit pengolahan pada IPAL Mergosono yaitu Bar Screen, Filter Anaerobik dan Aerasi Berjenjang. Dari Grafik. 3 dan 4 dapat dilihat rendahnya

tingkat penyisihan BOD, COD, dan TSS. Pada IPAL Mergosono, tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%; (67,30%);(10,91%). Kinerja tingkat penyisihan TSS dan BOD dari beberapa studi menunjukkan tingkat penyisihan yang lebih tinggi 5%-30% TSS dan 5% - 20% BOD (Metcalf, 2014). Setelah melewati Bar Screen air limbah selanjutnya mengalami proses pengolahan di unit pengolahan filter anaerobik. Filter anaerobik dengan sistem upflow pertama kali dikenalkan oleh McCarty (1969). Reaktor ini juga disebut sebagai reaktor *fix bed* (Zaher, 2005). Pengolahan terjadi saat air limbah mengalir ke atas melalui media dan polutan terlarut terabsorsi oleh biofilm. IPAL Komunal Mergosono mempunyai tingkat penyisihan BOD dan COD pada aliran maksimum sebesar (127,93%), (139,21%) dan pada aliran minimum sebesar 18,35% dan 33,74%. Sebuah studi kinerja pengolahan air limbah domestik menggunakan *Packed Bed Biofilm Reactor* (PBBR) dengan HRT 2 jam, menghasilkan tingkat penyisihan COD dan BOD_5 berturut-turut sebesar 87% dan 92% (Shohreh Azizi, 2013). Rendahnya kinerja reaktor Anaerobic Biofilter pada IPAL Komunal ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan fasilitas. Seperti telah dijelaskan diatas, kesuksesan biofilter tergantung pada pertumbuhan dan pemeliharaan biomassa pada permukaan media (Durgananda Singh Chaudhary, 2003). Selama proses filtrasi, air limbah yang mengandung material koloid dan tersusupensi terpisahkan oleh berbagai mekanisme seperti *straining*, sedimentasi, *interception*, adhesi, flokulasi, adsorpsi kimia dan fisika dan pertumbuhan biologi (Metcalf, 2014). Semakin lama media filter akan mengalami clogging sampai pada suatu titik dimana gaya geser permukaan meningkat sehingga material tidak terpisahkan lagi dan lolos pada outlet filter. Peningkatan gaya geser permukaan juga akan melepaskan biofilm yang telah menempel pada permukaan media filter sehingga mekanisme biodegradasi tidak terjadi. Pada kondisi ini, media filter dibersihkan melalui *backwash* agar kembali bisa berfungsi dalam pemisahan material koloid dan tersuspensi. Bila tidak dilakukan pencucian media filter yang telah buntu (clogging), maka akan terjadi kondisi *break through* pada filter dengan semakin besarnya konsentrasi material koloid dan tersuspensi pada outlet filter. Permasalahan proses yang tidak stabil pada penguraian secara anaerobik juga bisa disebabkan karena keberadaan senyawa inhibitor dalam konsentrasi yang banyak. Senyawa inhibitor ini antara lain amonia, sulfid, ion logam ringan, logam berat dan senyawa organik. Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi *anaerobic inocula*, komposisi limbah, dan metode eksperimen dan kondisi, hambatan disebabkan oleh toksikan tertentu yang sangat banyak. *Co-digestion* dengan limbah lain, adaptasi mikroorganisme dari senyawa inhibitor dan metode gabungan untuk menyisihkan toksikan sebelum penguraian anaerobik akan memperbaiki efisiensi pengolahan limbah (Ye Chen, 2008).

Air limbah selanjutnya mengalami proses pengolahan secara aerobik dengan unit pengolahan aerasi berjenjang (*Cascade Aeration*). Pengolahan air limbah dengan aerasi berjenjang sebagai pengolahan air menggunakan teknologi absorbsi turbulen. Pada proses pengolahan ini sejumlah oksigen dipindahkan dalam air limbah melalui proses transfer massa gas (udara) ke massa cairan (air limbah). Aerasi berjenjang disebut sebagai *gravity aerator* dimana harus tersedia tekanan aliran untuk menciptakan turbulensi sehingga air limbah jatuh pada lapisan film secara bertahap pada rangkaian bak beton. Kinerja unit aerasi pada aliran maksimum lebih besar daripada aliran minimum utuk semua parameter kualitas air limbah. Namun demikian tingkat penyisihan bahan organik, padatan dan nutrien masih rendah bahkan konsentrasinya bertambah besar pada outlet aerasi. Tingkat penyisihan TSS tertinggi sebesar 67,11% pada aliran maksimum. Untuk parameter NO_3 dan PO_4 tingkat penyisihan tertinggi berturut-turut sebesar 8,81% dan 15,64% pada aliran maksimum. Rendahnya kinerja ini disebabkan karena terbatasnya udara yang masuk dalam air limbah. Pada aerasi berjenjang, jumlah udara yang masuk ditentukan dari kecepatan limpasan air (*nappe*) dan ketinggian air dalam bak (*tail water*). Untuk mengoptimalkan jumlah udara yang masuk dalam air, ketinggian air dalam bak harus > 2/3 ketinggian limpasan (Kocamemi, 2008). Pada IPAL Mergosono ketinggian air dalam bak kurang dari 2/3 ketinggian limpasan yaitu sebesar 0,024 dari ketinggian limpasan. Disamping itu beban hidrolik yang rendah (165 m^3/m.hari) juga menjadi faktor rendahnya kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang ini. Sebaiknya tingkat pembebanan hidrolik pada rentang 1240-6200 m^3/m.hari dengan nilai tipikal 3000 m^3/m.hari (Metcalf, 2014).

KESIMPULAN

1. Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS dan NO_3 pada unit pengolahan biologi dan aerasi berjenjang sangat rendah.
2. Kinerja IPAL Komunal Mergosono yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan biologi dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan.
3. Kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang yang rendah disebabkan karena rasio tinggi air dalam bak dan tinggi limpasan yang rendah sehingga jumlah udara yang masuk terbatas. Disamping itu beban permukaan pada unit aerasi berjenjang juga rendah.
4. Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan dan waktu tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.S. El-Ghendy, T. S.-G. (2012). The Use an Aerobic Biological Filter For Improving The Effluent Quality of a Two Stage-Anaerobic System. *International Water Technology Journal*, 298-308.

2. Boon, A. H. (1997). Recent Developments in the Biological Filtration of Sewage to Produce High-Quality Nitrified Effluents. *Water and Environment Journal*, 393-412.

3. Durgananda Singh Chaudhary, S. V.-H. (2003). Biofilter in water and wastewater treatment. *Korean Journal Chemistry Engineering*, 1054-1065.

4. Kocamemi, A. P. (2008). Environmental Engineering Unit Operation. Istanbul, Turki.

5. McCarty, Y. J. (1969). The anaerobic filter for wastewater treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 160-173.

6. Metcalf, E. (2014). *Wastewater Engineering, Treatment and Resources Recovery.* Singapore: McGraw-Hill Education.

7. Rebecca Moore, J. Q. (2001). The effect of media size on the performance of aerated biological filter. *Water Research*, 2514-2522.

8. Shohreh Azizi, A. V. (2013). Evaluation of Different Wastewater Treatment Process and development of a Modified attached Growth Bioreactor as a Decentralized Approach for Small Community. *Scientific World Journal*.

9. Ye Chen, J. J. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, 4044-4064.

10. Zaher, U. (2005). *Modelling and monitoring the anaerobic digestion process in view of optimisation and smooth operation of WWTP's.* Ghent, Belgium: Ghent University.