EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) MARGASARI di KOTA BALIKPAPAN

Tri Setyono
14513047

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah Margasari di Kota Balikpapan telah beroprasi sejak 2002 dengan kapasitas debit rata – rata air limbah sebesar 252,3 m^3/hari. IPAL MARGASARI berjalan dengan menggunakan sistem extended aeration. Seriring berjalannya waktu, ditemukan masalah pada proses pengolahannya berupa parameter yang melebihi baku mutu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap kinerja dan tingkat evisiensi IPAL MARGASARI menggunakan sitem extended aeration. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pengambilan data secara langsung dilapangan untuk kemudian dilakukan analisis laboratorium terhadap parameter laju beban *Chemical Oxigen Demand* (COD), *Biological Oxigen Demand* (BOD), dan amonia. Analisis juga dilakukan terhadap parameter (*Food Microorganism Ratio*) F/M rasio, *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS) dan *Sludge Volume Index* (SVI) kemudian analisis terhadap kinerja dan efisiensi IPAL MARGASARI. Hasil dari evaluasi ini yaitu kemampuan IPAL MARGASARI dalam menurunkan kadar pencemar BOD dan Amonia (NH_3) tergolong baik, sedangkan dalam menurunkan kadar pencemar COD masih tergolong rendah. Pada parameter MLSS, F/M rasio dan SVI tidak sesuai dengan kriteria desain. Selain itu untuk beban pengolahan BOD baik beban BOD-volume loading maupun beban BOD-MLSS loading tergolong belum maksimal. Hasil tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi dan efisiensi kinerja IPAL X. Saran dari evaluasi ini adalah peningkatan kinerja IPAL MARGASARI dan peningkatan kualitas air limpah pada outlet agar sesuai dengan baku mutu.

Kata kunci: evaluasi, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), limbah domestik,

ABSTRACT

The Wastewater Treatment Plant Margasari in Balikpapan City has been operating since 2002 with an average discharge capacity of 252.3 m^3 / day. It runs using the extended aeration system. During the operation of the wastewater treatment plant, problems are found in the treatment process wich is the parameters that bellow quality standards.

The purpose of this study is to evaluate the performance and efficiency of Margasari wastewater treatment plant using the extended aeration system. The method used in this study is to collect data directly in the field and then do a laboratory analysis of the COD, BOD, and ammonia load rate parameters. Analysis was also carried out on the parameters of the F / M ratio, MLSS and SVI then an analysis of the performance and efficiency of Margasari wastewater treatment plant.

The results of this evaluation are the ability of Wastewater Treatment Plant Margasari to reduce levels of BOD and NH_3 pollutants is quite good, while in reducing levels of COD pollutants is still relatively low. In the MLSS, F / M ratio and SVI parameters is do not fit to the design criteria. Besides that, for BOD-processing load both BOD-volume loading and BOD-MLSS loading are not yet maximal. These results is used as a basis for evaluating and efficiency of Wastewater Treatment Plant Margasari performance. Suggestions from this

evaluation are to improve the performance of Wastewater Treatment Plant Margasari and improve the quality of wastewater at the outlet to comply with quality standards.

Keywords: evaluation, domestic waste, Wastewater Treatment Plant

PENDAHULUAN

Semakin tinggi pertambahan jumlah penduduk berarti penyediaan prasarana sanitasi lingkungan yang ada harus ditingkatkan lagi. Sebagai produk akhir dalam pemakaian air bersih dalam aktivitas kehidupan perkotaan yang mempunyai kuantitas atau debit yang paling besar, air limbah memerlukan penanganan yang memadai karena dapat memberi dampak yang cukup serius bagi lingkungan dan manusia apabila tidak terkelola dengan baik, seperti pencemaran sumber air baku bagi air bersih.

Demikian pula yang terjadi di Kota Balikpapan. Sebagai kota yang berkembang karena memiliki daya tarik pengembangan usaha, mudah dan menarik untuk didatangi, sehingga pertumbuhan penduduk bertambah pesat. Hal ini memberikan dampak bagi kepadatan penduduk dan ketersedian sarana dan prasarana, terutama pada bidang sanitasi lingkungan kota seperti pembuatan MCK dan Septic tank Communal pada beberapa lokasi pemukiman yang padat, seperti pembuatan projek jaringan air limbah perkotaan menggunakan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) di Kota Balikpapan. Saat ini pengelolaan terhadap sanitasi khususnya air limbah domestik, menjadi kebutuhan yang sangat diperlukan. Air limbah domestik mengandung senyawa organik yang dapat menurunkan kualitas air, sehingga diperlukan suatu pengolahan agar tidak mencemari lingkungan.

Pengaruh utama limbah organik yang masuk ke dalam badan air adalah menurunkan kandungan oksigen terlarut/ Desolve Oxygen (DO), dan meningkatkan Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), yang merupakan parameter utama pencemaran air (Paramita, dkk., 2012). Salah satu cara mencegah atau mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan adalah menjaga kualitas lingkungan tetap sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, permasalahan yang terjadi di pengolahan IPAL MARGASARI ialah terjadi lumpur yang timbul dipermukaan bak aerasi, serta kualitas pengolahan yang belum stabil. Oleh sebab itu penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan Evaluasi Kinerja Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Margasari di Kota Balikpapan, dengan mengetahui efisiensi pengolahan dan kualitas effluen yang dihasilkan dari pengolahan tersebut. Kualitas effluen IPAL MARGASARI yang dihasilkan akan disesuaikan dengan standar baku mutu PerMen LH Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

TINJAUAN PUSTAKA

Pabrik ini dibangun pada tahun 2001 dan beroperasi pada tahun 2002 di bawah pemerintah provinsi. Itu dibiayai dengan pinjaman WB dan diberikan kepada pemerintah provinsi sebagai hibah. Pada tahun 2004 PU TK I mengalihkan instalasi ke DKPP (Dinas Kebersihan) Kota Balikpapan. Pada 04/2005 instalasi dipindahkan lebih lanjut ke PDAM dan beroperasi di bawah PDAM pada 8/2005 (SK Walikota 188,45-49 / 2005). IPAL MARGASARI terletak di Kelurahan Margasari, Kecamatan Balikpapan Barat, Kota Balikpapan. IPAL ini adalah IPAL pertama kalinya di Kota Balikpapan. IPAL MARGASARI memiliki kapasitas pengolahan 800 m3/hari dengan satu rumah 6 orang sehingga produksi limbah berkisar antara 0,66 - 0,9 m^3/hari.

Extended Aeration

Menurut Tchobanoglous (2003), sistem extended aeration termasuk dalam proses pertumbuhan biomassa tersuspensi. Pada proses pertumbuhan biomassa tersuspensi, mikroorganisme bertanggungjawab atas kelangsungan jalannya proses dalam kondisi liquid dengan metode pengadukan atau pencampuran yang tepat". "Biomassa yang ada dinamakan dengan lumpur aktif, karena adanya mikroorganisme aktif yang dikembalikan ke bak atau unit aerasi untuk melanjutkan biodegradasi zat organik yang masuk sebagai influen (Sumiyati, Sri dan Imaniar, 2007). Lumpur aktif tipe extended aeration memiliki ciri khas waktu tinggal (detention time) yang relatif lama dan rasio makanan berbanding mikroorganisme (Food to microorganism ratio) rendah untuk menjaga kultur berada di *fase endogeneous*" (Peavy, Rowe, Tchobanoglous, 1985). Pada bak aerasi air limbah berkontak dengan udara dan lumpur aktif. Pengolahan ini merupakan pengolahan inti dari IPAL MARGASARI yaitu lumpur aktif (Extended Aeration) yang bertujuan mengurangi atau menghilangkan polutan dengan menggunakan mikroorganisme (bakteri).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pengambilan data secara langsung dilapangan untuk kemudian dilakukan analisis laboratorium terhadap parameter laju beban COD, BOD, dan amonia. Analisis juga dilakukan terhadap parameter F/M rasio, MLSS dan SVI kemudian analisis terhadap kinerja dan efisiensi IPAL MARGASARI.

Parameter Kinerja Pengolahan

Performa dari proses biologi yang digunakan dalam pengolhan air limbah akan bergantung pada pertumbuhan mikroorganisme dan dinamika pengolahan subtract dalam air limbah tersebut. Operasi dan proses pada suatu system instalasi akan efektif bila prinsip – prinsip yang berhubungan dengan pertumbuhan mikroorganisme dapat diterapkan dengan baik. Berikut ini akan dijelaskan parameter kineja pengolahan air limbah.

Laju beban BOD

Beban BOD adalah jumlah massa BOD di dalam air limbah yang masuk (influent) dibagi dengan volume reaktor. Beban BOD dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Metcalf dan Eddy, 2004) :

$$Beban\ BOD = \frac{Q\ x\ So}{V}\ kg/m^3 hari$$

Dengan:

Q = debit air limbah yang masuk (m3/hari)

So = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk (kg/m^3)

V = Volume reaktor (m^3)

Food to microorganism ratio (F/M rasio)

Parameter ini menujukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikrorganisme di dalam bak aerasi atau reaktor. Besamya nilai F/M ratio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram MLLSS per hari (Metcalf dan Eddy, 2004). F/M dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F/M = \frac{Q\ x\ (\ So - S)}{V\ x\ MLSS}$$

Dengan:

Q = Laju air limbah m3/hari

So = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ke bak aerasi (kg/m^3)

S = Konsentrasi BOD di dalam efluaent (kg/m^3)

MLSS = Mixed liquor suspended solids (kg/m^3)

V = Volume reactor atau bak aerasi (m^3)

Rasio F/M dapat dikontrol dengan cara mengatur laju sirkulasi lumpur aktif dari bak pengendapan akhir yang disirkulasi ke

bak aerasi. lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M nya. Untuk pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif konvensiooal atau standar, rasio F/M adalah 02 - 0,5 kg BOD_5 per kg MLSS per hari, tetapi dapat lebih tinggi hingga 1,5 jika digunakan oksigen murni (Hammer, 2004). Rasio F/M yang rendah menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi lapar, semakin rendah rasio F/M pengolah limbah semakin efisien.

Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS)
Isi di dalam bak aerasi pada proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif disebut sebagai mixed liqour yang merupakan campuran antara air limbah dengan biomassa mikroorganisme serta padatan tersuspensi lainnya. MLSS adalah jumlah total dan padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (filter), kemudian filter dikeringkan pada temperatur 105°C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.

***Sludge Volume Index* (SVI)**
Pengendapan yang tidak baik dapat terjadi akibat gangguan yang tiba - tiba pada parameter fisik (suhu dan pH), kekurangan makanan (contoh N, suhu, mikronutrien), dan kehadiran zat racun (seperti logam berat) yang dapat menyebabkan hancurnya sebagian flok yang sudah terbentuk (Chudoba, 1989). Cara konvensional untuk monitoring pengendapan lumpur adalah dengan menentukan Sludge Volume Index (SVI). Caranya adalah sebagai berikut : Lumpur campuran dari tangki aerasi dimasukkan dalam silinder volume 1 liter dan dibiarkan selama 30 menit. Volume lumpur yang mengendap adalah SV30, nilai SVI berkisar 50 - 150 ml/g. SVI dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sholichin, 2012) :

SVI (ml/g) = (SV x 1000)/MLSS

Dengan:
SV_{30} = Volume endapan lumpur di dalam silinder kerucut setelah 30 menit pengendapan (ml).
MLSS = Mixed Liqour Suspended Solid (mg/l).

Penilaian Kemampuan Kinerja Ipal Dengan Skoring
Penentuan angka skoring berdasarkan kemampuan efisiensi pengolahan tertinggi dari kritreia desain. Efisiensi tertinggi diberi skor 5 (sangat baik), dan efisiensi terendah diberikan skor 1 (buruk)

Tabel 1. Nilai Kemampuan Kinerja Berdasarkan Efisiensi Pengolahan

No	kategori	Efisiensi (%)	Skor
1	Sangat baik	≥85	5
2	Baik	75 –< 85	4
3	Cukup baik	65 –< 75	3
4	Kurang baik	55 -< 65	2
5	Buruk	<55	1

Penilaian Kemampuan Beban Pengolahan BOD
Penentuan angka skoring berdasarkan kemampuan pengolahan tertinggi dari kriteria desain. Beban pengolahan pada kriteria desain terdiri dari dua indikator, yaitu beban BOD- MLSS loading dan beban BOD-volume loading. Untuk setiap beban BOD memiliki nilai kriteria desain masing – masing, seperti beban BOD-

MLSS loading memiliki nilai 0,03 – 0,05 kg/kg.hari dan beban BOD-Volume loading memiliki nilai 0,15 – 0,25 kg/m^3.hari.

Tabel 2. Nilai Kemampuan Beban Pengolahan BOD-Volume loading

no	kategori	Nilai beban BOD-vol loading	Skor
1	baik	0,15 – 0,20	3
2	Sedang	0,20 – 0,25	2
3	Buruk	>0,25 atau <0,15	1

Tabel 3. Nilai Kemampuan Beban Pengolahan BOD-MLSS loading

no	kategori	Nilai beban BOD-MLSS loading	skor
1	baik	0,03 – 0,04	3
2	Sedang	0,04 – 0,05	2
3	Buruk	>0,05 atau <0,03	1

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Influen air limbah

Karakteristik air limbah yang diolah dapat diketahui dengan melalui pemerikasaan laboratorium. Berdasarkan tabel 4, beberapa nilai BOD_5 mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai BOD_5 yang tinggi mengindikasikan bahwa limbah yang masuk pengolahan IPAL mengandung banyak senyawa organik yang tinggi sehingga meningkatkan kebutuhan oksigennya. Dengan adanya kebutuhan oksigen yang tinggi, maka kandungan BOD_5 dalam air limbah tinggi. Sebab air limbah yang masuk IPAL MARGASARI merupakan sebagian besar berasal dari kegiatan rumah tangga seperti, air cucian, sisa dapur, dan toilet.

Tabel 4. Hasil Analisa laboratorium karakteristik inlet IPAL MARGASARI

Parameter	Tanggal						Baku mutu*
	8/11/18	22/11/18	30/11/18	6/12/18	12/12/18	21/12/18	
BOD (mg/l)	101	141	111	58,5	111	161,5	30
COD (mg/l)	225	173,4	168,9	115,2	166,5	207,25	100
NH_3 (mg/l)	3	13,55	25,35	19,76	25,89	29,45	10

*Sumber:PerMen LHK No. 68 Tahun 2016

Tabel 5. analisa laboratorium karakteristik outlet IPAL Margasari

Parameter	Tanggal						Baku mutu*
	8/11/18	22/11/18	30/11/18	6/12/18	12/12/18	21/12/18	
BOD (mg/l)	81	30,3	12,1	12,1	10,1	10,1	30
COD (mg/l)	115	154,3	65,5	96,03	84,05	110,9	100
NH_3 (mg/l)	0,2	1,26	13,2	0,16	0,007	1,36	10

* Sumber:PerMen LHK No. 68 Tahun 2016

Evaluasi Hasil Pengolahan Air Limbah

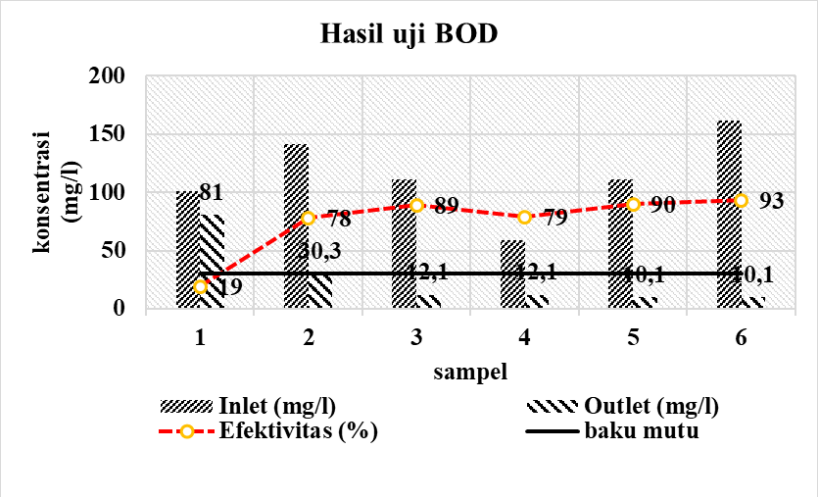
***Biological Oxygen Demand* (BOD_5)**

Berdasarkan gambar 1, kemampuan dari pengolahan IPAL dalam mengurangi

bahan organik cukup baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai removal BOD_5 yang mengalami peningkatan setiap pengujiannya. Kecuali yang terjadi pada pengujian pertama, persentase efisiensinya lebih kecil daripada pesentase pengujian setelahnya yaitu 19%. Kalau mengacu pada kriteia desain pengolahan air limbah yang menggunakan sistem *Extended Aeration*, persentase efisiensi pengolahan jauh dari kriteriannya yaitu 75 – 85%, sedangkan data pengujian yaitu 19%. Faktor yang mempengaruhi kecilnya nilai persentase efisiensi adalah kurang maksimalnya *surface aerator* yang berfungsi menyuplai udara ke dalam air limbah, sehingga oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk membantu proses penguraian bahan organik kurang.

Menurut Sperling (2007) menyatakan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi removal BOD diantaranya adalah rendah oksigen pada bak aerasi, konsentrasi MLSS yang rendah, nutrisi yang kurang seimbang, dan suhu yang bervariasi. Pengamatan di lapangan menunjukkan adanya permasalahan pada *surface aerator* pada bak aerasi. *Surface aerator* yang berada di bak aerasi mengalami kerusakan pada dynamonya yang terbakar.

Selain itu, gambar 1, menunjukkan bahwa ada beberapa hasil uji BOD_5 yang melebihi baku mutu, yakni sampel 1, dan sampel 2 sebesar 81 mg/l, dan 30,3 mg/l, sedangkan baku mutu standarnya adalah 30 mg/l.



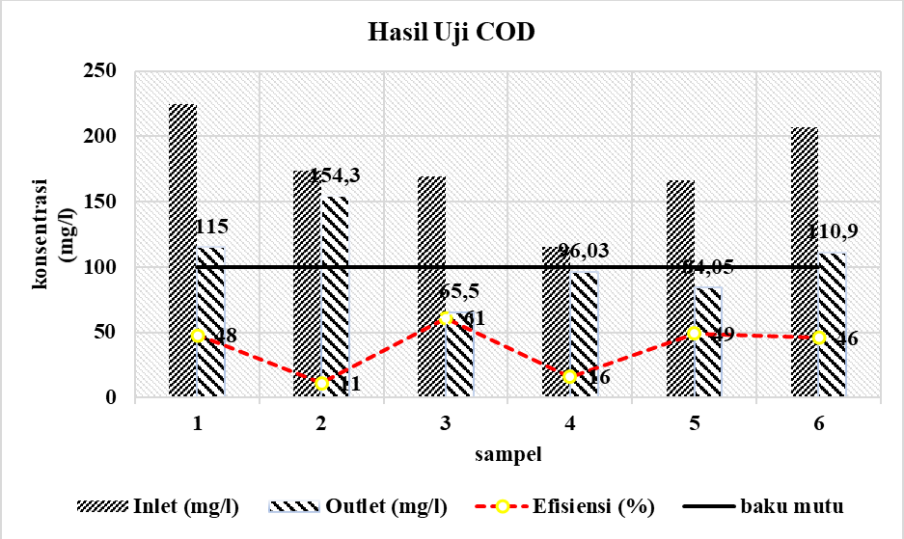
Gambar 1. Grafik hasil uji BOD_5

***Chemical Oxygen Demand* (COD)**

Berdasarkan gambar 2 di bawah, kemampuan pengolahan IPAL MARGASARI dalam mengurangi kadar pencemar COD masih belum cukup baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai efektivitas kadar pencemar COD yang rata – rata masih dibawah 50%, penyebab rendahnya nilai efektivitas dikarenakan nilai kadar pencemar COD pada outlet menurun tidak sampai 50% dari nilai inletnya. Jika mengacu pada kriteria desain *activated sludge extended aeration*, maka nilai efisiensi COD belum sesuai dengan kriteria desain.

Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai COD adalah kurang lamanya waktu aerasi. COD memerlukan kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada BOD karena bahan – bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme ikut teroksidasi. Dalam penelitian lain juga menyatakan tingginya nilai COD itu dapat terjadi karena sebagian besar bahan organik yang tidak dapat teroksidasi oleh bakteri aerob atau terjadi secara kimia (Adegum, dkk, 2011).

Berdasarkan gambar 2, menunjukkan bahwa ada beberapa hasil uji yang melebihi baku mutu, yakni sampel 1, sampel 2, dan sampel 6 sebesar 115 mg/l, 154,3 mg/l, dan 110,9 mg/l, sedangkan baku mutu standarnya adalah 100 mg/l.

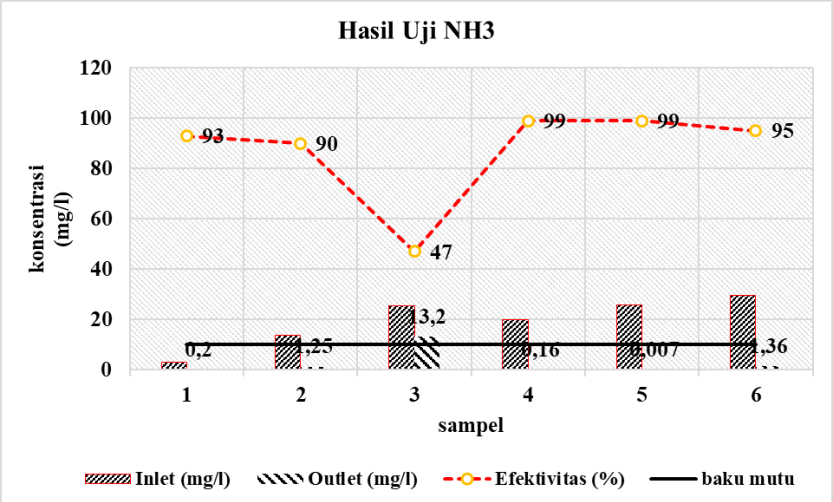


Gambar 2. Grafik Hasil Uji COD

Amonia (NH_3)

Berdasarkan gambar 3, kemampuan IPAL MARGASARI dalam mengurangi kadar pencemar ammonia sangat baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai rata – rata efektivitasnya yang mencapai angka 87%. Mengacu pada kriteria desain pengolahan air limbah menggunakan sistem *extended aeration* nilai pesentase efisiensi ammonia (NH_3) telah memenuhi kriteria desain.

Selain itu, gambar 3 menunjukkan bahwa ada satu hasil uji NH_3 yang melebihi baku mutu, yakni sampel 3 sebesar 13,2 mg/l, sedangkan baku mutu standarnya adalah 10 mg/l.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Amonia (NH_3)

Menentukan Skor Kemampuan Beban Pengolahan BOD

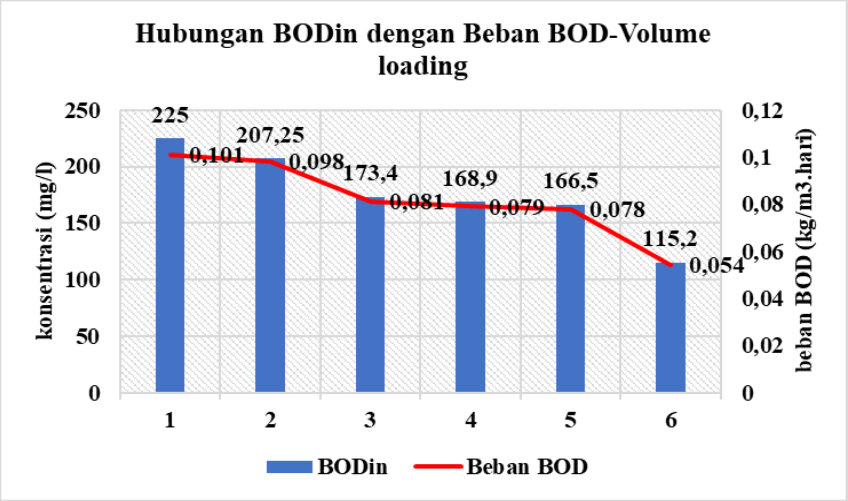
Beban BOD-Volume loading

Berdasarkan data table 6 menunjukkan kemampuan beban

pengolahan BOD-volume loading bahwa dapat dikatakan belum maksimal, karena rata – rata skoring adalah 1. Selain itu berdasarkan gambar menunjukkan bahwa hubungan BOD_5 inlet yang masuk berpengarung terhadap beban pengolahan BOD. Semakin besar BOD_5 inlet yang masuk maka nilai beban BOD-volume loading semakin mendekati kriteria desain dan sebaliknya semakin kecil nilai BOD_5 inlet yang masuk maka semakin jauh dari nilai kriteria desain.

Tabel 6. Skoring Beban Pengolahan BOD-Volume loading

No	Debit rata – rata (m^3/hari)	BOD inlet (mg/l)	Beban BOD-volume loading (kg/m^3.hari)	Skor
1	252,3	225	0,101	1
2	252,3	207,25	0,098	1
3	252,3	173,4	0,081	1
4	252,3	168,9	0,079	1
5	252,3	166,5	0,078	1
6	252,3	115,2	0,054	1
	Rata - rata			1



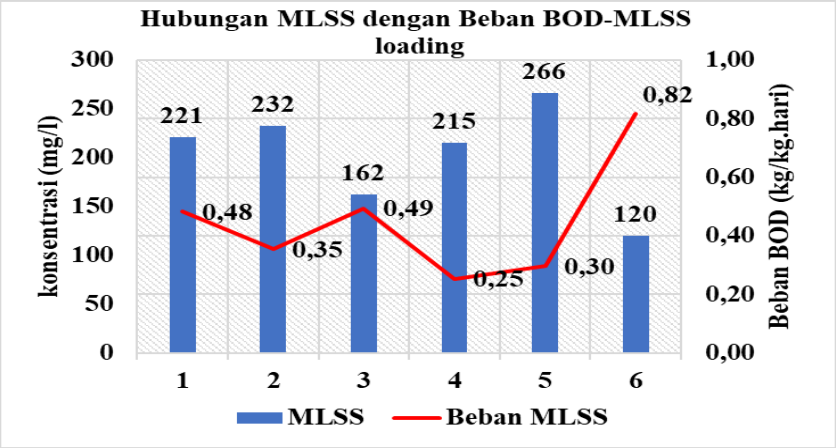
Gambar 4 Grafik Hubungan BODin dengan Beban BOD-Volume loading

Beban Pengolahan BOD-MLSS loading

Berdasarkan data tabel menunjukkan kemampuan beban pengolahan BOD-MLSS loading bahwa dapat dikatakan belum maksimal, karena rata – rata skoring adalah 1. Selain itu berdasarkan gambar menunjukkan bahwa hubungan nilai MLSS berpengarung terhadap beban pengolahan BOD-MLSS loading. Berdasarkan tabel BOD-MLSS menunjukkan bahwa nilai MLSS yang diperoleh belum sesuai dengan kriteria desain, nilai MLSS terlalu kecil sehingga nilai beban BOD-MLSS loading melebihi kriteria desain.

Tabel 7 Skoring Beban Pengolahan BOD-MLSS loading

No	Debit rata – rata (m^3/hari)	BOD inlet (mg/l)	MLSS (mg/l)	Beban BOD-MLSS Loading (kg/kg.hari)	Skor
1	252,3	225	221	0,48	1
2	252,3	173,4	232	0,35	1
3	252,3	168,9	162	0,49	1
4	252,3	115,2	215	0,25	1
5	252,3	166,5	266	0,30	1
6	252,3	207,25	120	0,82	1
Rata - rata					1



Gambar 5 Grafik Hubungan MLSS dengan Beban BOD-MLSS Loading

Evaluasi Keseluruhan

Berdasarkan data perhitungan dan analisis, evaluasi kinerja IPAL MARGASARI akan dibagi tiga aspek, yakni aspek hasil uji laboratorium dengan standar baku mutu Peraraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, aspek kualitas pengolahan air limbah IPAL MARGASARI ditinjau dari skoring yang diperoleh setiap parameter uji, dan aspek keuangan.

1. Pada aspek hasil uji dengan standar baku mutu, kualitas air pengolahan IPAL MARGASARI seperti parameter BOD_5, COD, dan NH_3 cukup baik. Sebagian hasil uji rata – rata telah memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indoneesia No. 68 Tahun 2016.
2. Pada aspek kualitas pengolahan air limbah IPAL MARGASARI ditinjau dari kemampuan IPAL MARGASARI dalam mengurang kadar pencemar seperti BOD_5, COD, dan NH_3. Kemampuan IPAL MARGASARI dalam mengurangi kadar pencermar BOD_5 dan NH_3 tergolong baik, hal ini ditunjukkan dengan skoring pengolahan air limbah yaitu 4, sedangkan kemampuan IPAL MARGASARI dalam mengurangi kadar pencemar COD masih tergolong kurang baik. Hal ini ditunjukkan dengan skoring yang diperoleh IPAL MARGASARI dalam kemampuan menurunkan kadar pencemar COD adalah 1.
3. Berdasarkan tabel 8, menunjukkan bahwa perbandingan antara data lapangan kriteria desain maupun profil desain, hampir semua data belum memenuhi atau melebihi kriteria desain. Seperti MLSS yang memiliki nilai rata – rata 203 mg/l dibandingkan dengan kriteria

desain sebesar 3000 – 6000 mg/l, hal ini menunjukkan sangat jauh selisihnya. Rendah MLSS menandakan banyaknya mikroorganisme yang mati sehingga proses pendegradasian kandungan organik tidak sepenuhnya dapat dilakukan oleh jumlah mikroba yang sedikit itu (Aisyah, 2011). Mikroorganisme yang mati disebabkan karena jumlah makanan yang tidak mencukupi dan waktu tinggal yang terlalu lama. Pada profil desain waktu tinggal selama 15 jam dengan debit 800 m3/hari, sedangkan data lapangan waktu tinggal 50,73 jam dengan debit rata – rata 253,2 m3/hari. Hal ini lah salah satu penyebab faktor rendahnya MLSS, waktu tinggal yang terlalu lama menyebabkan makanan yang dibutuhkan mikroorganisme sedikit sehingga sebagian mikroorganismenya mati. Selain itu debit air limbah yang masuk terlalu kecil terhadap kapasitas bak aerasi, ini juga yang menyebabkan waktu tinggal terlalu lama. MLSS yang rendah juga berdampak pada kemampuan pengendapan lumpur yang buruk.

Tabel 8 Evaluasi Data Lapangan Dibandingkan Dengan Data Profil Desain Maupun Kriteria Desain

Parameter	**Satuan**	**Profil Desain**	**Data Lapangan**	**Kriteria Desain**	**Keterangan**
Q air limbah	m^3/hari	800	252,3	-	
Waktu tinggal (td)	Jam	15	50,73	16 – 24	Melebihi kriteria desain
Beban BOD: BOD – volume loading BOD – MLSS Loading		240	0,05 0,3	0,15 – 0,25 0,03 – 0,05	Belum memenuhi Melebihi kriteria desain
Kebutuhan oksigen	Kg.O_2/hari	300	9,3	>15	Belum memenuhi
F/M rasio		-	0,21	0,05 – 0,1	Melebihi kriteria desain
Usia lumpur	Hari	-	2,6	15 – 30	Belum memenuhi
MLSS	Mg/l	-	203	3000 - 6000	Belum memenuhi
SVI	Ml/g	-	188	50 - 150	Melebihi kriteria desain

4. Pada aspek keuangan, pendapatan yang dihasilkan dari kegiatan pengelolaan air limbah bersal dari jasa door to door dan pembayaran yang digabung dengan penggunaan air bersih. Pendapatan yang diperoleh pada desember 2018 sebesar Rp 8.290.000,-, sedangkan untuk pengeluaran pada bulan Desember 2018 sebesar Rp 7.244.649,- dan ini belum termasuk gaji untuk karyawan. Dalam hal ini dapat dikata kan bahwa biaya yang dikeluarkan tidak sebanding dengan biaya yang didapat oleh instansi IPAL MARGASARI.

***Standard Operational Procedure* (SOP)**

*Standard Operational Procedure (*SOP*)* yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Mengukur secara rutin laju pengendapan/nilai Sludge Volume Index (SVI).
2. Mengatur nilai rasio F/M dengan cara mengontrol laju sirkulasi lumpur aktif dari bak pengendapan biologis ke bak aerasi dan lumpur sisa di bak pengendapan akhir. Semakin cepat laju

resirkulasi maka nilai F/M semakin besar.

3. Apabila terjadi endapan lumpur yang mengambang di permukaan air di bak aerasi dan sedimentasi maka cek keberadaan organisme filamen, DO (*dissolved oxygen*), suhu dan pH.
4. Melakukan pemeriksaan rutin terhadap kandungan MLSS pada bak aerasi.
5. Melakukan pengecekan rutin terhadap kandungan DO pada bak aerasi antara 1,5 sampai dengan 4 ppm untuk melihat apakah suplai oksigen yang dihasilkan *surface aerator* telah mencukupi berlangsungnya proses penguraian bahan organik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data, pemantauan, analisis dan sintesis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan dalam beberapa poin yaitu:

1. Karakterisrik rata – rata air limbah IPAL MARGASARI hasil analisa di Laboratorium PDAM Balikpapan termasuk dalam klasifikasi tingkat sedang dan ringan.
2. Kualitas hasil pengolahan IPAL MARGASARI, seperti BOD_5, COD, dan amonia (NH_3) cukup baik, sebagian rata – rata telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan PerMen LHK No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
3. Kualitas pengolahan IPAL MARGASARI jika dibandingkan dengan kriteria desain belum cukup baik, terutama pada parameter – parameter seperti:
   a. Konsentrasi MLSS pada bak aerasi masih di bawah kriteria desain, rata – rata konsentrasi MLSS adalah 203 mg/l, sedangkan kriteria desain berkisar antara 3000 – 6000 mg/l.
   b. F/M rasio yang terlalu tinggi. Nilai rata – rata F/M rasio adalah 0,21, sedangkan kriteria desain adalah 0,05 – 0,1.
   c. Kemampuan pengendapan lumpur yang buruk ditunjukkan oleh nilai rata – rata *Sludge Volume Indeks* (SVI) adalah 188 ml/g. Sedangkan pengendapan lumpur yang baik berkisar antara 50 – 180 ml/g.
4. Kemampuan IPAL MARGASARI dalam menurunkan kadar pencemar BOD dan NH_3 tergolong baik, sedangkan dalam menurunkan kadar pencemar COD masih tergolong rendah.
5. Beban pengolahan BOD pada IPAL MARGASARI baik beban BOD-Volume loading maupun beban BOD-MLSS loading tergolong belum maksimal.

Saran

Sub bab ini berisi poin-poin saran yang direkomendasikan untuk memaksimalkan kinerja IPAL MARGASARI. Saran - saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Melalukan peningkatan pengontrolan HRT untuk meningkatkan efektifitas removal BOD_5 dan COD. Untuk mendapatkan nilai efektifitas HRT perlunya untuk secara rutin melakukan pengecekan nilai removal BOD dan COD nya.
2. Menambah dan mengontrol lama waktu aerasi untuk menningkatkan nilai DO. Melakukan pengecekan rutin terhadap kandungan DO pada bak aerasi antara 1,5 sampai dengan 4 ppm untuk melihat apakah suplai oksigen yang dihasilkan *surface aerator* telah mencukupi berlangsungnya proses penguraian bahan organik. Hal ini diperlukan untuk mengurangi munculnya *sludge bulking* yang terjadi.
3. Melakukan pemeriksaan rutin terhadap kandungan MLSS pada bak aerasi lalu menyesuaikan dengan nilai rasio F/M dan umur lumpur agar dapat dilakukan langkah koreksi terhadap proses pengolahan yang berlangsung.

4. Limbah padat yang dibuang lewat saluran pembuangan air limbah dapat menghambat kinerja IPAL sehingga perlu perapatan terhadap *coars screen* dan dinding pembatasnya agar limbah yang padat tidak masuk ke pengolahan
5. Perlunya melakukan pengecekan bakteri pada lumpur yang dikembalikan ke bak aerasi sebagai pemicu pertumbuhan bakteri baru pada proses lumpur aktif.
6. Perlunya pengecekan kualitas pengolahan setiap bak pengolahan.
7. Perlunya ditingkatkan debit air limbah yang masuk agar dapat memaksimalkan kinerja pengolahan IPAL. Perlu sosialisasi akan pentingnya pengolahan air limbah guna menjadikan lingkungan yang bersih dan sehat oleh pemerintah daerah.
8. Perlunya ada kebijakan dari pemerintah terkait pentingnya kebersihan lingkungan dan hidup sehat.

DAFTAR PUSTAKA

Adeogun AO, Chukwuka AV, Ibor OR. 2011. Impact of abattoir and saw-mill effluents on water quality of upper ogun river (Abeokuta). American Journal of Environmental Science. 7(6): 525-530.

Aisyah .E.P. 2011. *Jurnal Teknik Kimia, "KARAKTERISTIK MEMBRAN HOLLOW FIBER SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN LUMPUR AKTIF.",* Vol. 5, No.2. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

Asmadi dan Suharno, (2012), *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Yogyakarta: Gosyen Publishing.

Chudoba, J., P. Grau, and V. Ottova (1973) "*Control of Activated Sludge Filamentous Bulking II. Selection of Microorganism by Means a Selector*," *Water Research,* vol.7 pp 1389-1406.

DAI. 2006. "*Comparative Study Centralized Wastewater Treatment Plants in Indonesia*", USAID/Indonesia: Environmental Services Program.

Effendi, H., 2003, "*Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*", Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Freddy Nelwan, Kawik Sugiana, dan Budi Kamulyan. (2003). "*Kajian Program Pengelolaan Air Limbah Perkotaan, Studi Kasus Pengelolaan IPAL Margasari Balikpapan*", *Jurnal Manusia dan Lingkungan, Vol. X, No. 2, hal. 94-103.*

Hindarko, S., 2003, "*Mengolah Air Limbah : Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*", Penerbit ESHA, Jakarta

Husin, Amir. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed. USU e-Repository

Linvil Gene Rich. (1980). *Low-Maintanance Mechanically Simple Waste Water Treatment Systems.* Singapore: Mc Graw Hill.

Maria dan Ahmad, Affan. (2017). *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat : Pengaruh Konsentrasi Klorin Terhadap Penurunan Kadar Amoniak (NH_3) pada Air Limbah domestik, Vol. 06, No. 04*. Jakarta Selatan : Sekolah Tinggi Ilmu

Kesehatan Indonesia Maju.

Mark J. Hammer (2004). *Water and Waste Water Techonolgy*. Singapore: Prentice Hall.

Metcalf & Eddy., et al, (2004), *Wastewater engineering: Treatment and reuse* (4thed.), Boston: McGraw-Hill.

Mirwan A, Wijaya U, Ananda AR, Wahidayanti N. 2010. *Penurunan kadar BOD, COD, TSS, CO2 air sungai Martapura menggunakan tangki aerasi bertingkat. Kalimantan Scientieae* 76 (Oktober) : 72-77

Paramita, P., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2012). *Biodegradasi limbah organik pasar dengan menggunakan mirkoorganisme alami tangki septik. Jurnal Sains dan Seni ITS, 1*(Sept, 2012).

Peavy, Howard S. & Rowe, Donald R. (1985). *Environmental Engineering*. Singapore : Mc Graw-Hill.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 Tentang Standar Batas Maksimum Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Qasim, Syed R (1985). *Waste Water Treatment Plants Planning, Design, and Operations*. Usa : Cbs College Publishing.

Said, Nusa Idaman. (2017). *TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH : Teori dan Aplikasi*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Sholichin, M. (2012), ”*Pengelolaan air limbah: Proses pengolahan air limbah tersuspensi*”, Jurusan Teknik Pengairan : Universitas Brawijaya.

Siregar, Sakti A., 2005, *Instalasi Pengolahan Air Limbah*, Yogyakarta : Kanisius.

Soeparman dan Suparmin, 2002, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta :Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Sterrit. R. M. and Lester. J. N. 1988. “*Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*”, E.&F. N Spon Ltd, London.

Suharto, Ing. (2011). *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Sumiyati, Sri dan Imaniar, 2007, *Analisis Kinerja Pengolahan Air Limbah Pavilyyun Kartika RSPAD Gatot Soebroto Jakarta*, Jurnal Presipitasi Vol. 2 No. 1.

Sykes, P., 1989, *A Guidebook to Mechanism In Organic Chemistry*,6th edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., 2001, “*Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland, Purifikasi”*, Volume 2 Nomor 3, ITS – Surabaya.

van Sperling, Macros., 2007. “*Biological Wastewater Treatment Series*: *Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors*”. *Vol. 5*. London, UK : IWA Publishing.