BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

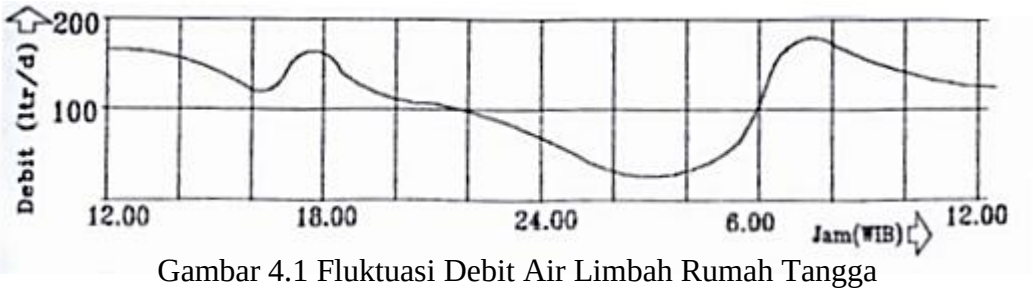
Dalam bab ini dibahas mengenai hasil analisis dan pembahasan atau evaluasi dari kinerja IPAL Margasari. Pembahasan pada bab ini dibagi menjadi beberapa bagian yang akan dijelaskan secara berurutan sebagai berikut.

4.1 Karakteristik Influen air limbah

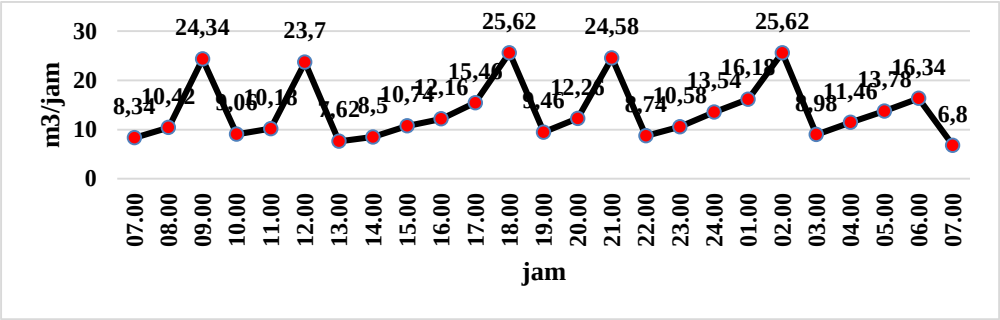
Karakteristik influen air limbah merupakan suatu air limbah yang ditinjau dari kualitasnya berdasarkan hasil uji laboratorium. Air limbah yang diolah IPAL Margasari merupakan air limbah yang berasal dari aktifitas manusia seperti,toilet, pasar, kantor, dan sebagainya.

Pada IPAL Margasari debit yang masuk dilakukan dengan bantuan alat yaitu level meter. Level meter yang ada bak RSPS (*Raw Sewage Pump Station*). IPAL Margasari beroperasi setiap hari, namun hari aktif kerja yakni senin – jumat pada pukul 07.00 – 17.00. Sedangkan untuk pengukuran debitnya dilakukan selama 24 jam, adalah dari jam 07.00 pagi – 07.00 pagi dihari berikutnya. Didapatkan debit rata rata per hari adalah 252,3 m^3/hari. (terlampir).

Puncak fluktuasi air limbah yang masuk secara umum akan membentuk pola bahwa debit puncak terjadi 2 (dua) kali, yaitu pada saat pagi dan sore hari, seperti pada gambar berikut ini (Hindarko, 2003):



Gambar 4.1 Fluktuasi Debit Air Limbah Rumah Tangga



Gambar 4.2 Grafik fluktuasi debit air limbah IPAL Margasari

Berdasarkan data debit harian IPAL Margasari, puncak fluktuasi debit itu terjadi pada saat operator bertugas untuk menarikan air limbah yang telah penuh dalam *pump station* dan biasa penarikan dilakukan saat pagi, siang, sore, dan malam hari.

Karakteristik air limbah yang diolah dapat diketahui dengan melalui pemerikasaan laboratorium.

Tabel 4.1 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	207,2	10
NH_3 (mg/l)	3	13,55	25,35	19,76	25,89	29,45	10

Sumber:PerMen LHK No. 68 Tahun 2016

Tabel 4.2 Hasil 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

Tangahu dan warmadewanthi (2001) menyatakan bahwa rata – rata karakteristik air limbah rumah tangga adalah sebagai berikut, nilai BOD_5 sebesar 195 mg/l dan nilai COD sebesar 290 mg/l. Hindarko (2003) menyatakan bahwa karakteristik air limbah domestic yang masuk dalam IPAL, berdasarkan beberapa proyek sewerage, seperti proyek IPAL di Kota Surakarta nilai BOD sebesar 373 mg/l dan nilai Ammoniak (NH_3) sebesar 63 mg/l. Pada proyek IPAL di Kota Tanggerang nilai BOD sebesar 326 mg/l dan nilai ammoniak (NH_3) sebesar 74 mg/l. Pada proyek IPAL Carita Bay Resort Anyer nilai BOD sebesar 375 mg/l dan nilai ammoniak (NH_3) sebesar 98 mg/l.

Menurut Metcalf dan Eddy (2004), bahwa air limbah domestik dapat diklasifikasikan tingkat influen berdasarkan kualitas air limbah yang dihasilkan, yaitu :

Tabel 4.3 Klasifikasi Tingkat Influen Air Limbah Domestik

Parameter	**satuan**	**Tingkatan Influen air limbah domestic**		
		Ringan	**Sedang**	**Berat**
Biological Oxygen Demand (BOD_5)	mg/l	110	150	350
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	250	430	800
Amonia (NH_3)	mg/l	12	25	45
Total coliform	No./100 ml	10^6-10^8	10^7-10^9	10^7-10^{10}

sumber Metcalf dan Eddy, 2004

Mengacu pada Tabel 4.3, bahwa hasil analisa karakteristik influen air limbah pada Tabel 4.1, termasuk dalam klasifikasi tingkat sedang dan ringan, yaitu : nilai influen BOD_5 termasuk dalam klasifikasi diantara sedang dan ringan, nilai influen COD termasuk dalam klasifikasi ringan, dan nilai influen NH_3 termasuk dalam klasifikasi antara sedang dan ringan.

Pemerikasaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air limbah dan untuk merancang sistem pengolahan biologis air yang tercemar. Angka BOD menunjukan jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikoorganisme pada waktu melakukan penguraian hampir semua bahan organik yang terlarut dan sebagian yang tak terlarut.

Berdasarkan tabel di atas, 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.

4.2 Evaluasi Kinerja IPAL Margasari

4.2.1 Evaluasi Data Lapangan Dengan Profil Desain

Evaluasi data lapangan dengan profil desain ataupun kriteria desain adalah membandingkan data yang diperoleh di lapangan dianalisis, kemudian hasil analisis dibandingkan dengan data profil desain ataupun kriteria desain, untuk mengetahui kemampuan pengolahannya. Adapun data yang akan di evaluasi akan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan antara profil desain bak aerasi dengan data lapangan

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		240	0,05	0,15 – 0,25	Belum memenuhi
BOD – MLSS Loading			0,3	0,03 – 0,05	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

Data yang ditunjukkan Tabel 4.4, berdasarkan data lapangan, debit rata rata 252,3 m^3/hari memiliki waktu tinggal selama 50,73 jam dengan beban pengolahan sebesar 28 kg.BOD_5/hari. Mengacu pada profil desain dengan debit maksimal 800 m^3/hari memiliki waktu tinggal selama 15 jam dengan beban pengolahan rata – rata sebesar 240 kg BOD_5/hari. Hal ini menunjukan bahwa kemampuan IPAL Margasari dalam mengolah limbah BOD_5 masih belum maksimal dengan profil desain yang disusun untuk operasional IPAL Margasari.

Berdasarkan kedua parameter tersebut, seperti beban pengolahan dan debit air limbah yang masuk tidak terjadi masalah, namun jika mengacu pada profil desainnya seharusnya IPAL Margasari mampu meningkatkan kapasitas pengolahan hingga setengah atau tiga per empat kapasitas profil desain yang telah dirancangkan. Selain itu juga terdapat satu parameter yang penting dalam pengolahan IPAL Margasari yakni kebutuhan oksigen yang di perlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik ataupun anorganik dalam air limbah.

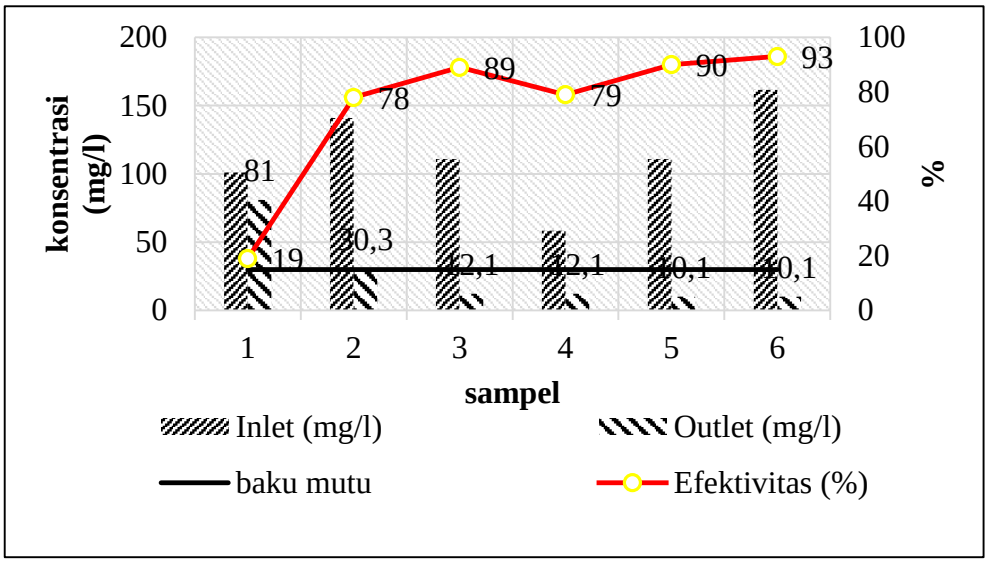
Bersadarkan profil desain dengan debit 800 m^3/hari membutuhkan 300 Kg oksigen per hari. Namun pada IPAL Margasari berdasarkan data lapangan, hasil perhitungan dengan debit rata-rata 252,3 m^3/hari hanya mampu mensuplai kilogram oksigen perharinya sebanyak 9,3 Kg.O_2/hari (perhitungan terlampir), seharusnya berdasarkan kriteria desain adalah sebesar >15 Kg.O_2/hari. Hal ini menunjukkan bahwa suplai oksigen yang diberikan *surface aerator* masih kurang dari kebutuhannya, kurangnya suplai oksigen dapat memperngaruhi beberapa parameter seperti nilai *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS) yang kecil, nilai MLSS yang kecil dapat mempengaruhi *Sludge Volume Indeks* (SVI) dalam proses kemampuan pengendapan lumpur.

Permasalahan lain yang muncul pada IPAL Margasari adalah nilai F/M rasio yang cukup besar jika dibandingkan dengan kriteria desain. Nilai F/M rasio yang terlalu tinggi mengindikasikan bahwa jumlah mikroorganisme yang ada lebih sedikit daripada jumlah food yang tersedia (Hummer,2004). Nilai F/M rasio yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kemampuan pengendapan lumpur sehingga mengakibatkan pengendapan lumpur yang buruk (Linvil,1980).

4.2.2 Evaluasi Hasil Pengolahan Air Limbah

Mengevaluasi kualitas hasil pengolahan air limbah bertujuan untuk mengukur kemampuan dari pengolahan IPAL Margasari, Kota Balikpapan. Dalam hal ini dilihat dari hasil analisis di Laboratorium.

4.2.2.1 *Biological Oxygen Demand* (BOD_5)



Gambar 4.3 Grafik hasil uji BOD_5

Berdasarkan Gambar 4.3 di atas, 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, dan juga konsentrasi MLSS yang tidak mencukupi.

Waktu aerasi yang lama akan meningkatkan jumlah suplai udara sehingga proses penguraian akan meningkat karena pertumbuhan organisme pengurai yang baik. Hal ini telah dibuktikan dalam penelitian Mirwan *et al.* (2010), yang menunjukkan penurunan nilai BOD seiring dengan penambahan waktu aerasi. Penambahan waktu aerasi dapat dilakukan dengan penambahan pompa aerasi atau perluasan permukaan aliran limbah cair.

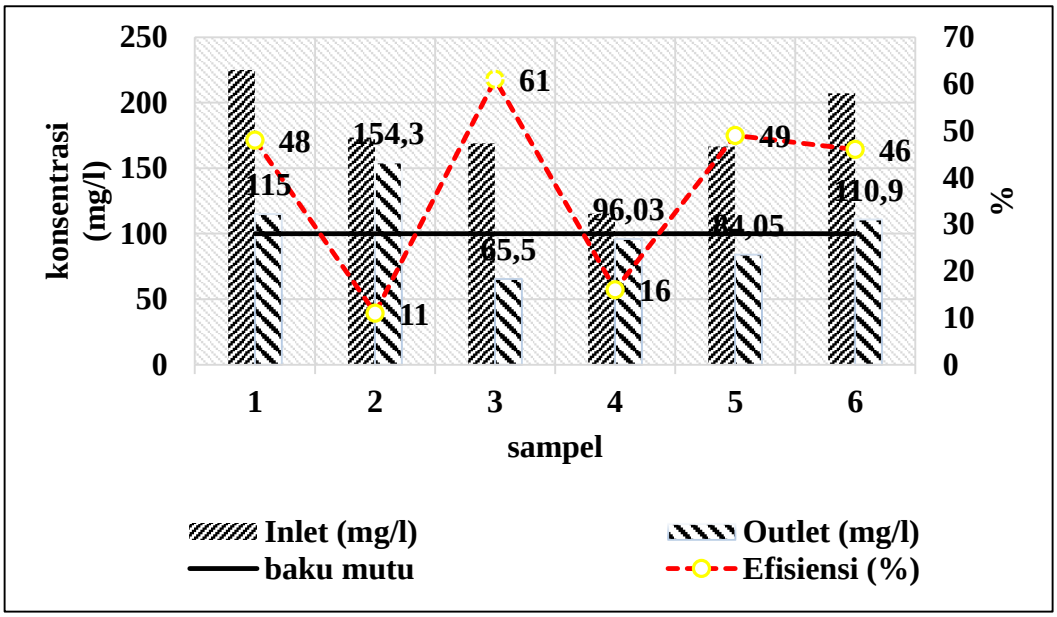
Menurut Sperling (2007) menyatakan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi removal BOD diantaranya adalah rendah oksigen pada bak aerasi, konsentrasi MLSS yang rendah, nutrisi yang kurang seimbang, dan suhu yang

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.

Hal ini yang menyebabkan kurangnya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Akibat permasalahan tersebut menyebabkan proses removal BOD menjadi rendah dan mempengaruhi nilai persentase efisiensi BOD menjadi lebih kecil dari pengujian setelahnya. Pada pengujian berikutnya, *surface aerator* telah diperbaiki sehingga proses removal kembali berjalan dengan baik.

Selain itu, gambar 4.3 di atas, 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.

4.2.2.2 *Chemical Oxygen Demand* (COD)



Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji COD

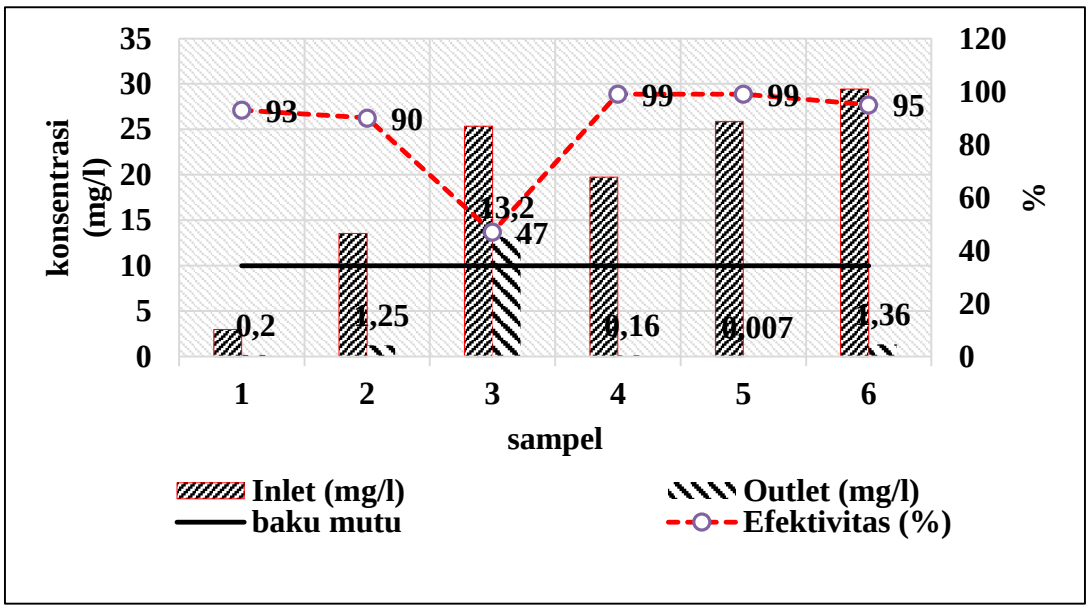
Berdasarkan Gambar 4.4 di atas, kemampuan pengolahan IPAL Margasari dalam mengurangi kadar pencemar COD masih belum cukup baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai efektivitas kadar pencemar COD yang rata – rata masih dibawah 50%, penyebab rendahnya nilai efektivitas dikarenakan nilai kadar pencemar COD pada 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 *et al*, 2011).

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas, 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. Selain itu, COD yang masih di atas baku mutu disebakan oleh kandungan air limbah domestik yang diolah. Seperti yang diutarakan oleh Husin (2008) "terdapat perbedaan antara limbah domestik dan limbah industri. Walaupun merupakan limbah dengan kekuatan rendah, limbah domestik lebih kompleks dikarenakan di dalamnya terdapat partikulat COD dengan fraksi yang tinggi, kandungan lemak, protein, deterjen, serta bahan – bahan lainnya. Karakteristik inilah yang menjadi rendahnya efisiensi penyisihan COD.

4.2.2.3 Amonia (NH_3)



Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Amonia (NH_3)

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas, kemampuan IPAL Margasari dalam mengurangi kadar pencemar ammonia sangat baik, dimana 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.

Peneliti mengasumsikan tingginya nilai persentase efisiensi ammonia (NH_3) dipengaruhi oleh pemberian kaporit terhapa air limbah. Pada saat pengamatan dilapangan pemberian kaporit yang berlebihan dilakukan saat pengambilan sampel akan dilakukan. Hal inilah yang menjadikan asumsi tingginya efisiensi penyisihan NH_3 pada effluen.

Penelitian ini diperkuat oleh pendapat Soeparman dan Soeparmin (2002), dalam menurunkan kadar ammonia pada air limbah adalah dengan klorinasi. Selain digunakan untuk membunuh bakteri terkandung dalam air limbah, juga dapat mengoksidasi senyawa – senyawa tertentu yang ada di dalam air antara lain senyawa nitrogen. NH_3 dapat dihilangkan dengan asam hipoklorit ($HOCl^-$) atau kaporit dan sebagainya, sehingga menjadi kloramin yang tidak berbahaya atau sampai menjadi NH_2.

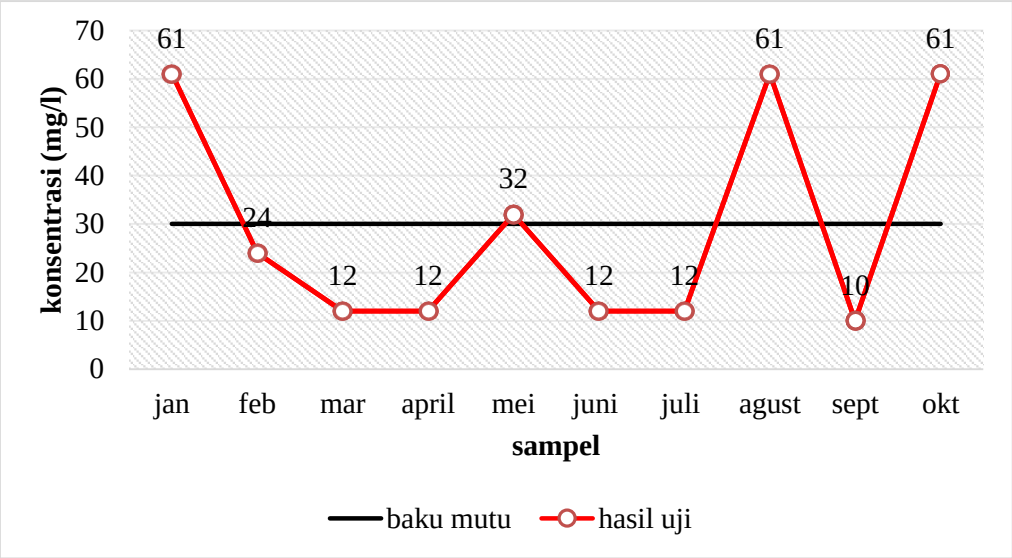
Seperti yang diutarakan oleh Maria dan Ahmad (2017), menyatakan bahwa pengaruh konsentrasi klorin sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar ammonia (NH_3) pada air limbah domestik, karena ditemui hampir setiap badan air dengan bermacam – macam bentuk. Bentuk – bentuk tersebut antara lain: N_2, nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), dan ammonia (NH_3), bentuk unsur – unsur tersebut tergantung dari tingkat oksidasinya. Ammonia dalam air limbah berasal dari air seni dan tinja, juga dari oksidasi bahan organik secara mikrobiologis.

Selain itu, Gambar 4.5 di atas, 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.

4.2.3 Evaluasi data Sekunder Outlet IPAL Margasari

Membandingkan data sekunder outlet hasil uji dengan standar baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

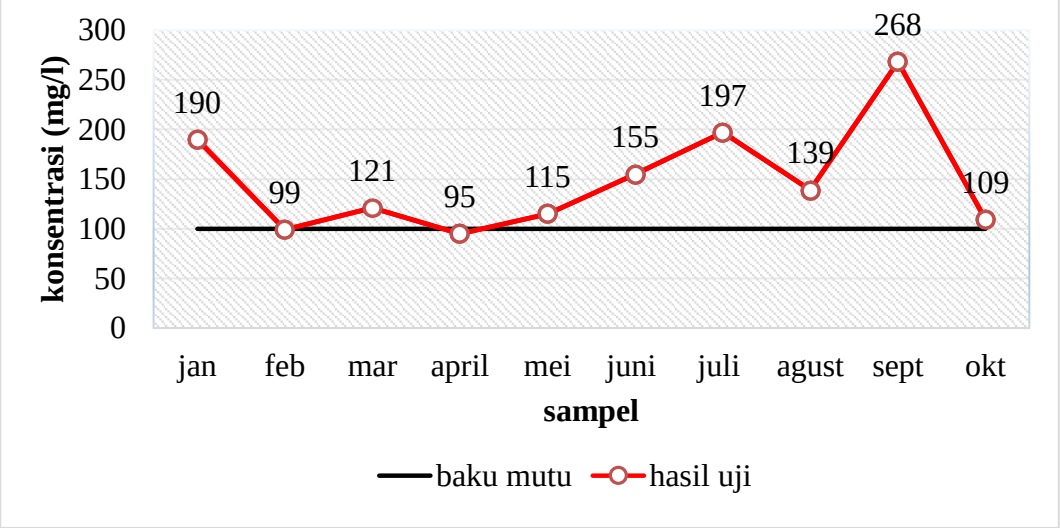
4.2.3.1 *Biological Oxygen Demand* (BOD_5)



Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Outlet BOD_5 dengan Baku Mutu Standar

Berdasarkan Gambar 4.6 di atas. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, grafik tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa hasil uji yang melebihi baku mutu, yaitu hasil uji BOD_5 sampel bulan januari, Mei, Agustus, dan Oktober. Hasil uji BOD_5 yang diperoleh pada sampel bulan januari, Mei, Agustus, dan Oktober yaitu 61 mg/l, 32 mg/l, 61 mg/l, dan61 mg/l, sedangkan baku mutu standarnya adalah 30 mg/l berdasrkan PerMen LHK No. 68 Tahun 2016.

4.2.3.2 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

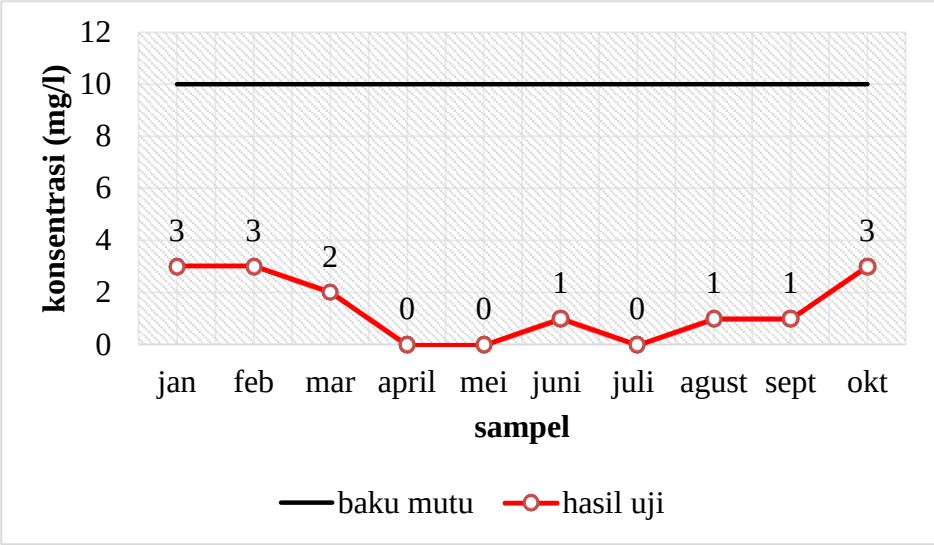


Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Outlet COD dengan Baku Mutu Standar

Berdasarkan Gambar 4.7 di atas, dari hasil pengujian yang telah dilakukan, grafik tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa hasil uji yang melebihi baku

mutu, yaitu hasil uji COD sampel bulan januari, Maret, Mei, Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober. Hasil uji COD yang diperoleh pada sampel bulan Januari, Maret, Mei, Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober yaitu 190 mg/l, 121 mg/l, 115 mg/l, 155 mg/l, 197 mg/l, 139 mg/l, 268 mg/l dan 109 mg/l, sedangkan baku mutu standarnya adalah 100 mg/l berdasrkan PerMen LHK No. 68 Tahun 2016.

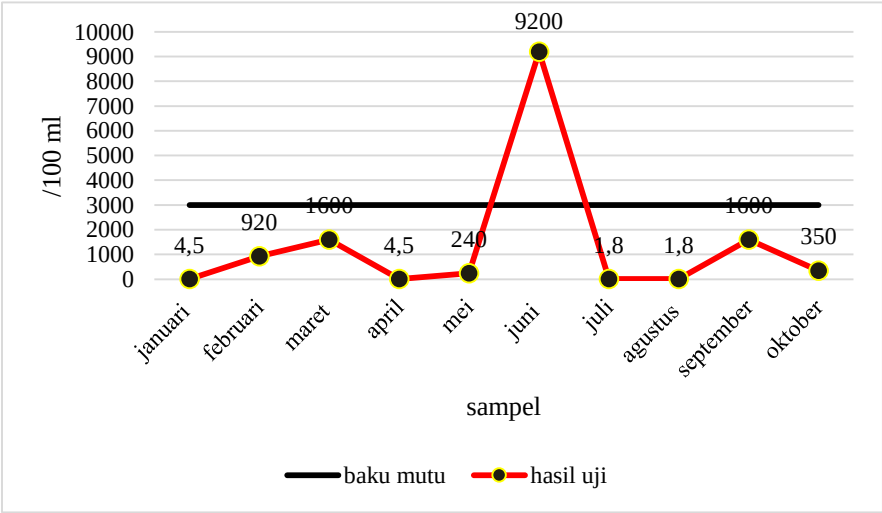
4.2.3.3 Amonia (NH_3)



Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji Outlet NH_3 dengan Baku Mutu Standar

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas, dari hasil pengujian yang telah dilakukan, grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian NH_3 telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan.

4.2.3.4 Total Coliform



Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Outlet Total Coliform dengan Baku Mutu Standar

Berdasarkan Gambar 4.9 di atas, dari hasil pengujian yang telah dilakukan, grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian total coliform hampir seluruhnya telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan.

4.2.4 Menentukan skor Berdasarkan Efisiensi dari pengolahan IPAL Margasari

Pada bagian sub bab ini adalah menentukan skor kemampuan dari IPAL Margasari dalam menurunkan setiap kadar pencemar seperti BOD_5, COD, dan NH_3. Kemampuan IPAL Margasari dapat diketahui dengan rata – rata dari setiap parameter.

4.2.4.1 *Biological Oxygen Demand* (BOD_5)

Berdasarkan data Tabel 4.5, skoring kinerja pengolahan air limbah terhadap parameter BOD_5, dari keenam sampel yang dianalisis memperoleh prosentase rata – rata di atas 50%, dengan perolehan skoring yaitu tiga sampel memperoleh skor 5, dua sampel lainnya memperoleh skor 4, dan satu sampel memperoleh skor 1. Sampel yang memperolah skor 5 adalah sampel 3, sampel 5, dan sampel 6. Sampel 2 dan sampel 4 memperoleh skor 4. Sedangkan sampel 1 yang memperoleh skor 1. Perolehan skor tersebut menunjukkan bahwa IPAL Margasari dalam menurunkan kadar pencemar BOD_5 tergolong baik.

Tabel 4.5 Skoring Pengolahan BOD_5 berdasarkan Efisiensi Pengolahan

No	Sampel	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)	Skor
1	Sampel 1	101	81	19	1
2	Sampel 2	141	30,3	78	4
3	Sampel 3	111	12,1	89	5
4	Sampel 4	58,5	12,1	79	4
5	Sampel 5	111	10,1	90	5
6	Sampel 6	161,5	10,1	93	5
	Rata – rata			75	4

4.2.4.2 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Tabel 4.6 Skoring Pengolahan COD berdasarkan Efisiensi Pengolahan

No	Sampel	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)	Skor
1	Sampel 1	225	115	48	1
2	Sampel 2	173,4	154,3	11	1
3	Sampel 3	168,9	65,5	61	2
4	Sampel 4	115,2	96,03	16	1
5	Sampel 5	166,5	84,05	49	1
6	Sampel 6	207,25	110,9	46	1
Rata – rata				38	1

Berdasarkan data Tabel 4.6, skoring kinerja pengolahan air limbah terhadap parameter COD, keenam sampel yang dianalisis memperoleh prosentase rata – rata dibawah 50%, dengan perolehan skoring yaitu lima sampel memperoleh nilai 1, dan satu sampel lainnya memperoleh nilai 2. Sampel yang mendapat skor 2 adalah sampel 3, sedangkan sampel yang memperoleh skor 1 adalah sampel 1, sampel 2, sampel 4, sampel 5, dan sampel 6. Perolehan skor tersebut menunjukkan bahwa IPAL Margasari dalam menurunkan kadar pencemar COD masih tergolong sangat rendah.

4.2.4.3 Amonia (NH_3)

Tabel 4.7 Skoring Pengolahan NH_3 berdasarkan Efisiensi Pengolahan

No	Sampel	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)	Skor
1	Sampel 1	3	0,2	93	5
2	Sampel 2	13,55	1,25	90	5
3	Sampel 3	25,35	13,2	47	1
4	Sampel 4	19,76	0,16	99	5
5	Sampel 5	25,89	0,007	99	5
6	Sampel 6	29,45	1,36	95	5
Rata – rata				87	4

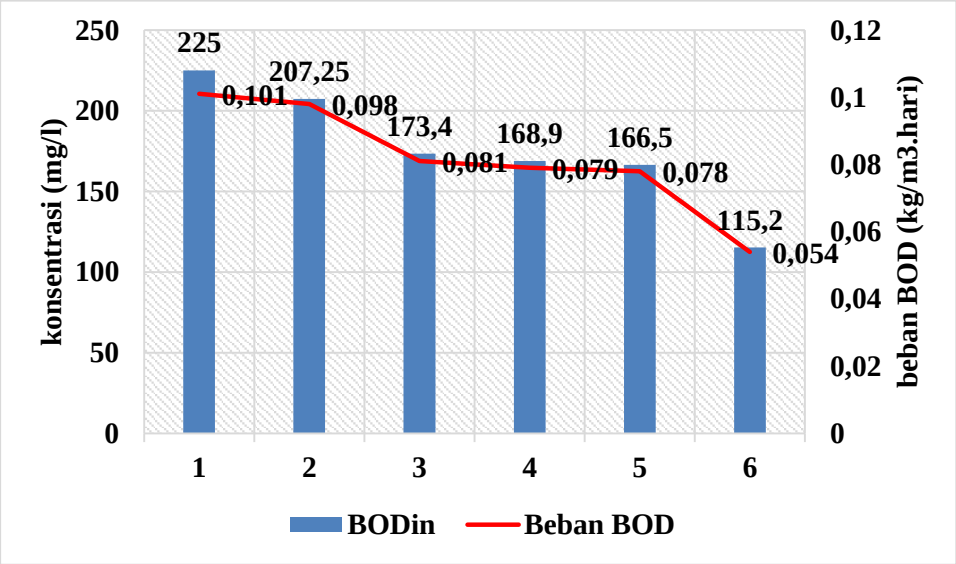
Berdasarkan data Tabel 4.7 skoring kinerja pengolahan air limbah terhadap parameter amonia (NH_3), keenam sampel yang dianalisis memperoleh prosentase rata – rata di atas 50%, dengan perolehan skoring yaitu lima sampel memperoleh skor 5, dan satu sampel lainnya memperoleh skor 1. Sampel yang mendapat skor 5 adalah sampel 1, sampel 2, sampel 4, sampel 5, dan sampel 6. Sedangkan sampel yang mendapat skori 1 adalah sampel 3. Perolehan skoring tersebut menunjukkan bahwa IPAL Margasari dalam menurunkan kadar pencemar amonia (NH_3) tergolong baik.

4.2.5 Menentukan Skor Kemampuan Beban Pengolahan BOD

4.2.5.1 Beban BOD-Volume loading

Tabel 4.8 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

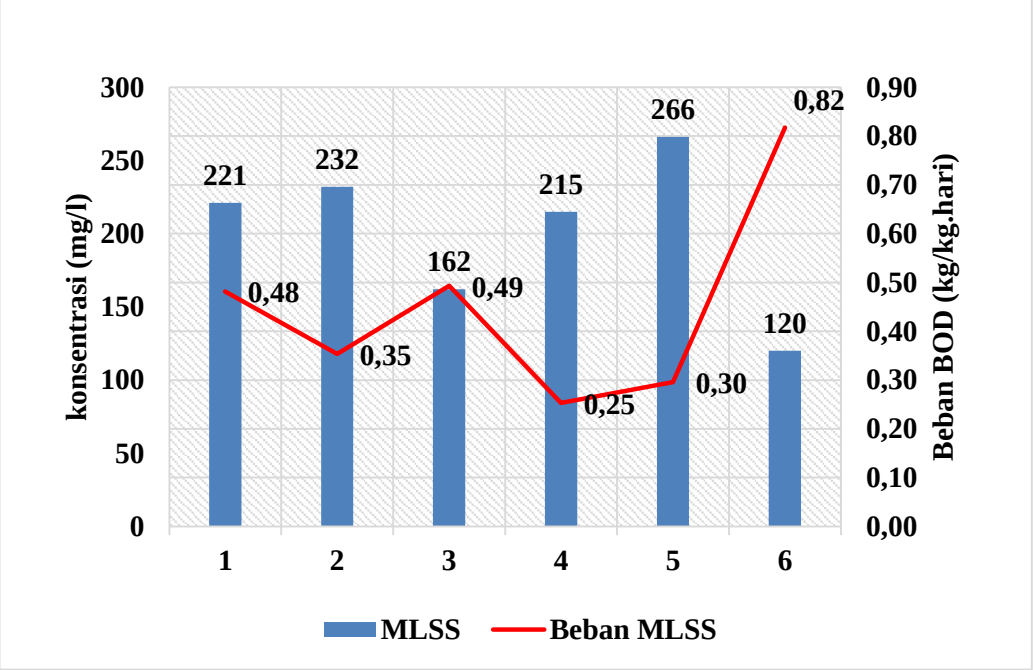


Gambar 4.10 Grafik Hubungan BODin dengan Beban BOD-Volume loading

Berdasarkan data tabel 4.8 menunjukkan kemampuan beban pengolahan BOD-volume loading bahwa dapat dikatakan belum maksimal, karena rata – rata skoring adalah 1. Selain itu berdasarkan Gambar 4.10 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 4.9 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 4.11 Grafik Hubungan MLSS dengan Beban BOD-MLSS Loading

Berdasarkan data Tabel 4.9 menunjukkan kemampuan beban pengolahan BOD-MLSS loading bahwa dapat dikatakan belum maksimal, karena rata – rata

skoring adalah 1. Selain itu berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan bahwa hubungan nilai MLSS berpengarung terhadap beban pengolahan BOD-MLSS loading. Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai MLSS yang diperoleh belum sesuai dengan kriteria desain, nilai MLSS terlalu kecil sehingga nilai beban BOD-MLSS loading melebihi kriteria desain.

4.3 Evaluasi kemampuan Lumpur

4.3.1 *Sludge Volume Indeks* (SVI)

Salah satu cara untuk memonitoring atau mengontrol pengendapan lumpur adalah dengan menentukan *Sludge Volume Indeks*. *Sludge Volume Indeks* merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui kemampuan pengendapan lumpur. Analisis SVI dilakukan dengan cara mengendapkan 1 liter air limbah yang berasal dari bak aerasi selama 30 menit di dalam labu ukur berbentuk kerucut.

Tabel 4.10 Level pemadatan lumpur berdasarkan nilai SVI

Nilai SVI (mg/l)	**Karakeristik Endapan dan Pemadatan Lumpur**
50 – 80	Baik Sekali
80 – 150	Sedang
>150	Buruk

Adapun data yang diperoleh dari pemeriksaan di Laboratorium dan perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran MLSS, SV_{30}, dan Hasil Perhitungan SVI, F/M Ratio

Tanggal	MLSS (mg/l)	SV_{30} (ml)	SVI (ml/g)	F/M Rasio
8/11/18	221	35	158	0,042
22/11/18	232	37	159	0,303
30/11/18	162	27	166	0,387
6/12/18	215	40	186	0,137
12/12/18	266	38	148	0,241
21/12/18	120	37	308	0,800
Rata-rata	203	36	188	0,321

Berdasarkan yang di tunjukkan pada Tabel 4.11 berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium nilai MLSS menunjukkan hasil rata – rata 203 mg/l,

nilai ini masih jauh dari kriteria desain. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bak aerasi dalam mengendapkan lumpur masih kurang baik. Penyebab rendahnya nilai MLSS adalah karena rendahnya lumpur yang dikembalikan ke bak aerasi.

Menurut Sperling (2007) bahwa beberapa penyebab rendah MLSS adalah kuranganya padatan pada bak sedimentasi dan kurangnya lumpur yang dikembalikan ke bak aerasi. Rendahnya MLSS ini dapat mempengaruhi nilai F/M ratio yang juga dapat mempengaruhi proses pengolahan (Linvil,1980). Nilai F/M ratio yang terlalu tinggi mengindikasikan bahwa jumlah mikroorganisme yang ada lebih sedikit daripada jumlah food yang tersedia (Mark J Hammer, 2004).

Niali F/M yang tinggi dapat mempengaruhi atau mengakibatkan pengendapan yang buruk (Linvil,1980). Debit resirkulasi lumpur yang rendah juga berpengaruh untuk nilai ratio F/M. karena lumpur pada bak sedimentasi yang dikembalikan lag ke bak aerasi sedikit, hal ini berarti menunjukkan bahwa jumlah mikroorganisme yang dikembalikan ke bak aerasi tidak mencukupi untuk menguraikan zat organik yang masuk ke bak aerasi.

MLSS yang rendah ditunjukan dengan nilai SVI yang tinggi. Nilai rata-rata SVI yang didapat adalah 188 ml/g, dalam pengolahan lumpur aktif nilai SVI yang baik itu berada pada range 50 – 150 ml/g. Apabila lebih dari 150 ml/g harus ada perlakuan khusus. SVI yang tinggi dapat mengurangi kepadatan lumpur sehingga lumpur lambat ketika mengendap.

4. 4 Evaluasi Keuangan

Pada sub-bab ini dijelaskan biaya pemakaian listrik, bahan baku, biaya operasional dan pendapatan dari iuran kepada setiap pelanggan IPAL. Berikut ini adalah penjelasannya secara lebih rinci.

4.4. 1 Listrik PLN

Penggunaan Listrik PLN di bulan Nopember 2018 = 4.627 KWH / Rp 6.327.537,- dan di bulan Desember 2018,= 5.951 KWH / Rp 7.244.649,- Pemakaian listrik PLN ada Kenaikan dan jam Operasi pompa RSPS untuk bulan Nopember 2018 = 112 Jam adapun bulan Desember 2018 = 115 Jam sehingga ada Kenaikan. Namun kenaikan ini tidak signifikan dalam operasional pompa sehingga dalam proses pengolahan IPAL Margasari seharusnya tidak menyebabkan kenaikan biaya

penggunaan listrik yang signifikan. Kemungkinan kenaikan biaya listrik ini dikarenakan kebutuhan operasional lainnya selain kinerja IPAL Margasari.

Hal ini belum termasuk untuk meningkatkan jumlah kebutuhan oksigen dalam proses pengolahan. Jika meningkatkan kebutuhan oksigen dilakukan dengan cara menambah lama waktu aerasi, hal ini akan menaikkan biaya kebutuhan listrik untuk IPAL Margasari. Untuk mengefisiensikan aerasi, peneliti menyarankan untuk menggunakan penggunaan pompa blower dalam meningkatkan jumlah kebutuhan oksigen. Hanya saja untuk metode ini masih membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Saran ini diberikan berdasarkan asumsi bahwa pompa blower akan lebih cepat menaikkan kebutuhan oksigen karena diletakkan di dalam bak aerasi, bukan dibagian permukaan dari bak aerasi.

4. 4. 2 BBM solar

Pemakaian bahan bakar solar untuk genset Di bulan November 2018 sebanyak = 36 liter Di bulan Desember 2018 sebanyak = 85 liter sehingga ada Kenaikan bahan bakar solar = 49 Liter. Pemakaian bahan bakar solar ini dikarenakan oleh seringnya terjadi pemadamam listrik pada bulan Desember, sehingga menyebabkan konsumsi solar untuk genset meningkat.

4. 4. 3 Bahan kimia kaporit

Pemakaian bahan kimia kaporit di bulan November 2018 sebanyak 49 Kg. Sedangakan di bulan Desember 2018 sebanyak 49 Kg, tidak ada nya kenaikan pemakain bahan kimia kaporit pada bulan Desember 2018.

4. 4. 4 Iuran atau Penarikan Tarif Pelanggan IPAL Margasari

Iuran atau tarif penarikan setiap pelanggan IPAL Margasari sebesar 20% dari pemakaian air bersih per bulan, dengan jumlah pelanggan IPAL Margasari awal tahun 2019 sebanyak 2076. Namun dalam pembayaran sebagai pelanggan IPAL MARGASARI tidak sampai separuhnya, kurang lebih sekitar 300 sampai 400 SR yang membayar tagihan ke PDAM Balikpapan. Hal inilah yang menjadikan kurang seimbangnya biaya operasional dengan pemasukkan IPAL Margasari.

Tabel 4.12 Biaya Kebutuhan Per Bulan

Kebutuhan	Biaya Desember	Total (Rp)
Bahan bakar	85 L	
Listrik	7.244.649,-	7.244.649,-
Bahan kimia	49 kg	
Gaji karyawan		
Total		**7.244.649,-**

Tabel 4.13 Pemasukan IPAL Margasari

Pemasukan	Bulan Desember (Rp)	Total (Rp)
Iuran atau Penarikan Pelanggan IPAL X (door to door)	595.000,-	595.000,-
Pembayaran ke PDAM	7.695.000,-	7.695.000
Total		**8.290.000,-**

Tabel 4.14 Total Keuntungan

Variabel	Total (Rp)
Pemasukan	8.290.000,-
Pengeluaran (operasional, dll)	7.244.649,-
Saldo (Rp)	**1.045.351**

Dalam hal ini pengeluaran yang ada baru pembayaran listrik belum termasuk gaji karyawan. Berdasarkan data tabel biaya di atas dapat dikatakan bahwa biaya yang dibutuhkan IPAL Margasari lebih besar dari pemasukan yang diperoleh. Dalam hal ini dapat simpulkan bahwa biaya pengeluaran lebih besar daripada pemasukan ke IPAL Margasari.

Beberapa hal penyebab sedikitnya pemasukan IPAL Margasari adalah susah penagihan terhadap pelanggan IPAL Margasari, karena sebagian pelanggan IPAL Margasari yang tinggal di sana bukan penduduk aslinya sehingga penarikan langsung ke pemiliknya dan juga banyaknya yang tidak membayar sehingga menunggak biayanya. Selain itu juga kurangnya kesadaran masyarakat pinggir pantai akan kesehatan dan kebersihan lingkungan, karena masyarakat pinggir pantai terbiasa membuang air limbah langsung ke laut.

4.5 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.

Tabel 4.15 Evaluasi Data Lapangan Dibandingkan Dengan Data Profil Desain Bak Aerasi 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**	kg/m^3.hari kg/kg.hari	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

3. Berdasarkan tabel di atas, 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). MLSS yang rendah juga berdampak pada kemampuan pengendapan lumpur yang buruk. Namun ditinjau dari F/M ratio yang memiliki nilai melebihi kriteria desain, hal ini menunjukkan jumlah makanan yang berlebih dibandingkan dengan jumlah mikroorganismenya. Sehingga nilai MLSS menjadi rendah, agar nilai MLSS tidak rendah maka perlu ditingkatkannya jumlah lumpur yang dikembalikan ke bak aerasi.
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.

4.5.1 *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*) pada bak aerasi antara 1,5 - 4 ppm, suhu dan pH.
4) Melakukan pemeriksaan rutin terhadap kandungan MLSS pada bak aerasi.