



Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Biofilter Anaerobik-Aerobik RSUD Provinsi Sulawesi Utara

Kenny S. I. E. Tumewu^{#a}, Isri R. Mangangka^{#b}, Roski R. I. Legrans^{#c}

^aProgram Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
[#]shearertumewu@gmail.com, ^bisri.mangangka@unsrat.ac.id, ^clegransroski@unsrat.ac.id

Abstrak

Bermunculannya banyak rumah sakit baru di Sulawesi Utara, memberikan tanda tanya besar kepada masyarakat tentang dampak yang akan ditimbulkan dari limbah-limbah yang dihasilkan oleh setiap rumah sakit. RSUD Provinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu rumah sakit baru yang baru dan mulai beroperasi tanggal 1 April 2022. Limbah yang dihasilkan salah satunya adalah limbah cair yang menarik untuk diteliti dan dipelajari untuk menghasilkan informasi yang membuat hati masyarakat tenang. Dengan teknologi yang memberikan kemudahan, IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara menggunakan sistem biofilter Anaerobik-Aerobik. Sistem ini merupakan sistem yang dipakai dalam mendaur ulang limbah cair yang ada di IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara, dan hasil akhirnya dapat dipakai kembali sebagai flush water. Hasil dari penelitian yang dilakukan di inlet & outlet IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara dapat dikatakan dimana kinerja IPAL cukup memuaskan atau efisien, dilihat dari 7 parameter yang telah diukur sesuai dengan PERMEN LHK RI No.68 Tahun 2016, Potential Hydrogen (pH) mengalami penurunan dari 8,09 menjadi 8,06, kemudian Biological Oxygen Demand (BOD) yang mengalami penurunan dari 7 mg/l menjadi 5 mg/l, kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) dari 12 mg/l masih sama 12 mg/l, kandungan Total Suspended Solid (TSS) turun dari 5 mg/l menjadi 3 mg/l, kandungan Minyak dan Lemak dari 2 mg/l menjadi <1 mg/l, kandungan Amoniak turun dari 1,63 mg/l menjadi 1,31 mg/l, dan kemudian Total Coliform yang turun dari >24200 mpn/100 ml menjadi 5790 mpn/100 ml. Semoga penelitian ini bisa bermanfaat bagi pihak RSUD Provinsi Sulawesi Utara dan bisa membantu meningkatkan kinerja IPAL agar bisa selalu bekerja dengan efektif dan mendapatkan hasil yang memuaskan.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pH, BOD, COD, TSS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Fasilitas pelayanan kesehatan yang meliputi rumah sakit, pusat kesehatan masyarakat atau puskesmas, klinik kesehatan atau sejenisnya memiliki peranan penting sebagai fasilitas publik yang memberikan pelayanan preventif, kuratif dan atau rehabilitatif. Dalam mendukung kegiatannya, fasilitas pelayanan kesehatan harus menyediakan lingkungan yang sehat, dalam artian memiliki sanitasi yang baik agar fungsi dari fasilitas pelayanan kesehatan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Namun yang menjadi tantangan bagi penyedia pelayanan kesehatan adalah buangan atau hasil sampingan kegiatan dengan jenis dan jumlah yang berbeda akan menimbulkan dampak negatif baik bagi kesehatan maupun lingkungan yang langsung maupun tidak langsung juga akan mengarah pada kesehatan masyarakat dan perorangan. Limbah pelayanan kesehatan berbeda dengan limbah dari perusahaan atau limbah rumah tangga pada umumnya khususnya dari karakteristiknya sehingga diperlukan upaya pengelolaan yang lebih spesifik (Rosihan Adhani, 2018:1). Pengelolaan limbah tidak hanya terjadi terhadap limbah medis yang berbentuk padat tetapi juga dalam bentuk cair yang perlu dikelola dengan baik. Limbah cair yang dihasilkan dari fasilitas pelayanan kesehatan baik itu limbah cair medis maupun limbah cair

non medis harus dikelola melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dimana kualitas limbah cair harus dipantau dan dipastikan memenuhi baku mutu yang telah ditentukan. (Rosihan Adhani, 2018:4). Salah satu sistem IPAL yang telah banyak digunakan pada beberapa fasilitas pelayanan kesehatan adalah IPAL dengan sistem biofilter anaerob aerob. Untuk mengoptimalkan operasi dan pemeliharaan sistem pengolahan tersebut adalah dengan optimalisasi desain IPAL dan atau dengan peningkatan kapabilitas operator IPAL dengan memperdalam pemahaman tentang dasar proses pengolahan air limbah dengan IPAL sistem tersebut (KEMENKES, 2011:x). RSUD ODSK PEMPROV SULUT salah satu rumah sakit yang memakai IPAL dengan sistem biofilter anaerob dan aerob (KEMENKES, 2011:x). Oleh karena itu, dibutuhkan adanya suatu evaluasi yang terkait dengan kinerja instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui seberapa besar efektifitas kinerja unit IPAL dalam mengolah air limbah. Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologis atau gabungan ketiga sistem pengolahan tersebut. Pengolahan limbah cara biologis digolongkan menjadi pengolahan cara aerob dan pengolahan limbah cara anaerob. Berdasarkan sistem unit operasinya teknologi pengolahan limbah diklasifikasikan menjadi unit operasi fisik, unit operasi kimia dan unit operasi biologi (Nindy Elvania, 2022:61).

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana upaya peningkatan efektifitas kinerja IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT saat ini?
- Bagaimana rekomendasi untuk IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT agar selalu berfungsi dengan efektif untuk menurunkan konsentrasi pencemar hingga di bawah ambang batas ?

1.3. Tujuan Penelitian

- Untuk menilai potensi kinerja IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT yang menggunakan sistem biofilter anaerobik aerobik.
- Mengusulkan rekomendasi yang sesuai untuk meningkatkan kinerja IPAL RSUD.

1.4. Lingkup Penelitian

Penulisan ini hanya difokuskan pada evaluasi kinerja instalasi pengolahan yang belum lama diresmikan. Tempat untuk mengambil sampel pengelolaan sumber air limbah berpusat di RSUD ODSK PEMPROV SULUT. Parameter yang akan diuji yaitu ph, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Minyak dan lemak, Amoniak, Total Coliform, Total Fosfat, dan Nitrat.

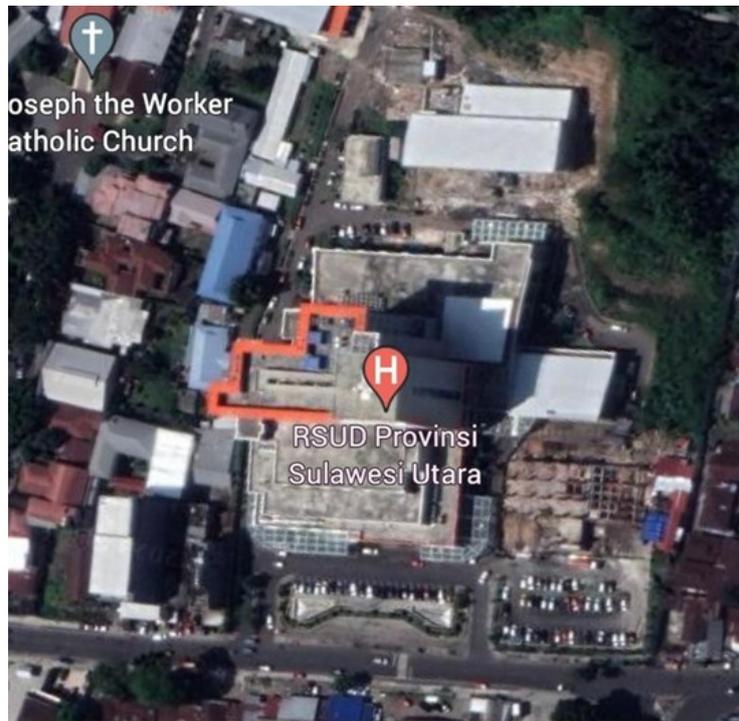
1.5. Manfaat Penelitian

- Menghasilkan informasi yang akurat tentang keefektifan kinerja IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT.
- Mendapatkan tujuan akhir dari karya tulis ilmiah sebagaimana yang diinginkan sebagai hasil akhir suatu penelitian yang dilakukan di RSUD ODSK PEMPROV SULUT yang dapat menghasilkan suatu informasi yang bermanfaat dan akurat.

2. Metode

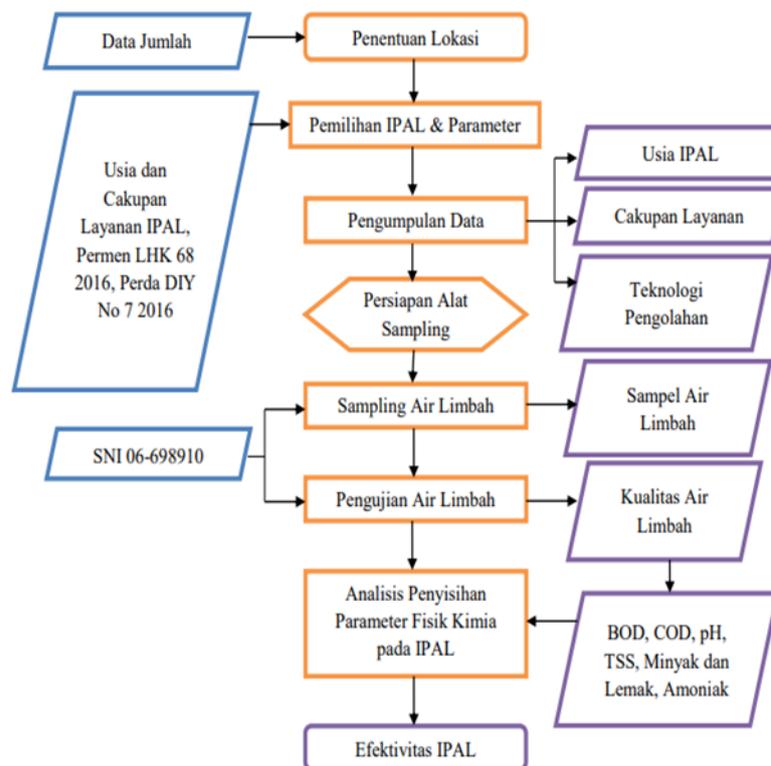
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Umum Daerah ODSK PEMPROV SULUT, yang berada di Kecamatan Sario, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder, dimana data primer yaitu data yang diambil dari pengolahan air limbah RSUD ODSK yang dilakukan dengan cara dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika di Water Laboratory Nusantara (SGS WLN) dan memakai standar baku mutu dari PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016.

Sedangkan data sekunder merupakan Data yang diperlukan berupa data sekunder yaitu data-data yang sudah ada sebelumnya dari RSUD ODSK. Tanpa dilakukan penelitian kembali kecuali untuk perbandingan. Data sekunder yang diperlukan yaitu :

- Jumlah kunjungan pasien dalam satu tahun
- Jumlah pegawai rumah sakit
- Unit di rumah sakit sebagai penghasil limbah
- Pola aliran IPAL
- Pola aliran limbah cair dari setiap unit yang ada di RS sampai ke IPAL
- Kualitas limbah cair yang masuk ke IPAL

Analisis input, proses, dan output menurut data sekunder semuanya diambil dari data Rekam Medik.

2.4 Metode Analisa Data

Berdasarkan data primer yang didapatkan dari studi lapangan IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT, diadakan pengolahan dan analisis berdasarkan teori yang terlampir. Metode analisis berupa perhitungan efektivitas kinerja unit pengolahan pada IPAL RSUD ODSK untuk memperoleh persentase removal pencemar. Berdasarkan data kualitas air limbah inlet dan outlet IPAL, yang akan dibandingkan nilainya untuk mengetahui IPAL efektif atau tidak. Acuannya didasarkan pada besarnya persentase removal dan perbandingan kualitas efluen dengan baku mutu yang diizinkan (berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016 Tentang Limbah Cair Domestik). Nilai dari persentase removal akan merupakan standar untuk mengevaluasi kinerja dari unit pengolahan fisik dan biologis yang terdapat pada IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
ph	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100ml	3000
Debit	L/orang/hari	100

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Dimensi IPAL RSUD Provinsi Sulut

Dimensi IPAL eksisting di RSUD Provinsi Sulut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas dan Dimensi Unit-unit IPAL RSUD Provinsi Sulut

NO.	UNIT IPAL	VOLUME UKURAN
1	Bak Penangkap Lemak	80 cm x 83 cm x 165 cm
2	Bak Ekualisasi	157 cm x 119 cm x 120 cm
3	Bak Clarifier	197 cm x 100 cm x 76 cm
4	Bak Lumpur	86 cm x 86 cm x 123 cm
5	Bak Penyaring Lumpur	86 cm x 86 cm x 123 cm
6	Bak Aerasi	70 cm x 75 cm x 123 cm
7	Pipa Klorinasi	Diameter 10 cm x Tinggi 207 cm
8	Bak kontrol	100 cm x 120 cm x 270 cm

3.2. Hasil Analisis Parameter Kinerja dengan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah ada sebelumnya tanpa dilakukan penelitian langsung dilapangan. Analisis data sekunder meliputi parameter yaitu pH, COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak. Hasil analisis pada inlet dan outlet IPAL ditunjukkan pada Tabel 3.

3.3 Analisis Inlet IPAL

Limbah cair yang akan masuk ke IPAL merupakan limbah cair yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit, yang akan di daur ulang untuk digunakan sebagai flush water di rumah sakit. Limbah cair yang akan masuk ke unit IPAL adalah limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah sakit, termasuk rembesan dari tangki septik. Keberadaan tangki septik merupakan

treatment awal bagi air limbah, sehingga ada penurunan kadar pencemar pada beberapa parameter air limbah.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Inlet IPAL

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH	-	6-9	8,09	APHA-4500H ⁺ .B (2017)
2	BOD	mg/L	30	7	APHA 5210-B (2017)
3	COD	mg/L	100	12	APHA 5220-D (2017)
4	TSS	mg/L	30	5	APHA-2540-D (2017)
5	Minyak & Lemak	mg/L	5	2	APHA-5520-B (2017)
6	Amoniak	mg/L	10	1,63	WI-(ID)-[EHS]-LA-064 (FIA)
7	Total Coliform	Jumlah/100ml	3000	>24200	APHA-9223-B (2017)

Data pada tabel di atas menunjukkan bahwa karakteristik air limbah pada inlet IPAL berada pada rentang cukup baik. Nilai dari pH 8,09 menunjukkan bahwa air limbah berada dalam kondisi netral dan ini akan berdampak baik untuk pengolahan selanjutnya dikarenakan jika kondisi terlalu asam atau terlalu basa, maka akan mengganggu kinerja proses di IPAL, yaitu untuk keberlangsungan proses yang dibantu oleh mikroorganisme. Untuk nilai BOD dan COD, keduanya memiliki hasil yang sangat bagus yaitu 7 dan 12, ini merupakan hasil yang sangat aman untuk standar limbah cair rumah sakit. Untuk nilai TSS, dapat dilihat dari hasil pemeriksaan laboratorium ini juga sangat rendah yaitu 5 mg/L yang berarti hasil ini masuk ke kategori baik. Nilai minyak dan lemak serta Amoniak juga memiliki nilai yang masuk ke kategori baik yaitu 2 mg/L dan 1,63 mg/L. Untuk nilai Total Coliform, dilihat dari hasil pemeriksaan berada jauh diatas

standar baku mutu limbah cair untuk kegiatan rumah sakit berdasarkan PERMEN LHK-RI No.68 Tahun 2016 , yaitu 24200/100ml.

3.4. Analisis Outlet IPAL

Setelah pengolahan air limbah pada unit-unit proses yang terdapat dalam IPAL, air limbah nantinya akan dialirkan ke tangki penampungan air yang terdapat di lantai 12 RSUD Provinsi Sulut. Itu merupakan sistem recycle anaerobik dan aerobik. Air limbah hasil olahan akan di daur ulang dan nantinya akan digunakan kembali sebagai flush water di jamban rumah sakit. Jadi, air yang sudah di olah kembali itu tidak digunakan sebagai air untuk mandi, mencuci peralatan medis, dan juga tidak digunakan shower untuk cebok. Intinya adalah hanya khusus untuk flush water.

Parameter outlet air limbah memegang peranan yang penting dan merupakan hasil akhir yang paling penting. Hasil outlet air limbah merupakan fokus dari analisis penelitian karena hasil dari air olahan ini yang nantinya akan dipakai kembali di dalam kegiatan keseluruhan dari flush water RSUD Provinsi Sulut setiap harinya.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Outlet IPAL

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	pH	-	6-9	8,06	APHA-4500H ⁺ .B (2017)
2	BOD	mg/L	30	5	APHA 5210-B (2017)
3	COD	mg/L	100	12	APHA 5220-D (2017)
4	TSS	mg/L	30	3	APHA-2540-D (2017)
5	Minyak & Lemak	mg/L	5	<1	APHA-5520-B (2017)
6	Amoniak	mg/L	10	1,31	WI-(ID)-[EHS]-LA-064 (FIA)
7	Total Coliform	Jumlah/100ml	3000	5790	APHA-9223-B (2017)

Berdasarkan hasil analisis kualitas air limbah pada outlet IPAL RSUD Provinsi Sulut di laboratorium setempat, akan dilakukan uji ambang batas menurut PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016 terhadap 7 parameter sebagai berikut :

- ph

Tabel menunjukkan bahwa nilai ph pada outlet IPAL RSUD berada pada kadar yang aman karena sesuai dengan nilai baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016,

tentang limbah domestik dinyatakan bahwa derajat keasaman air limbah yang aman adalah yang berada dalam rentang Ph 6–9.

- BOD

Berdasarkan tabel diatas hasil kandungan BOD pada effluen IPAL relatif baik. Artinya nilai BOD pada effluen 5 mg/l menunjukkan nilai yang aman untuk dipakai sebagai flush water.

- COD

Konsentrasi COD pada effluen air limbah yang diteliti memberikan hasil yang memuaskan karena masih jauh dibawah dari ambang batas yang ditetapkan sesuai dengan baku mutu, yaitu 12 mg/l sedangkan baku mutu yang ditetapkan adalah 100 mg/l.

- TSS

Zat padat tersuspensi atau TSS pada analisa yang tertulis pada tabel diatas, menunjukkan bahwa air olahan dari IPAL berada di bawah standar baku mutu nilai TSS nya yaitu 3 mg/l dari 30 mg/l.

- Minyak & Lemak

Tabel diatas menunjukkan bahwa produk outlet minyak & lemak adalah <1, yang merupakan nilai yang normal sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 5 mg/l.

- Amoniak

Berdasarkan tabel di atas, nilai amoniak yang terkandung adalah 1,31 mg/l yang merupakan hasil yang normal dari effluen air limbah khususnya nilai amoniak yang berdasar pada standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 mg/l.

- Total Coliform

Berdasarkan tabel di atas, nilai dari total coliform mencapai nilai yang melewati ambang batas normal yang ditetapkan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016, yaitu 3000 MPN/100ml sedangkan hasil dari total coliform outlet IPAL bernilai 5790 MPN/100ml. Itu menunjukkan bahwa hasil yang buruk pada total coliform efluen IPAL. Hal ini menandakan keefektifan dari kinerja IPAL RSUD Provinsi Sulut masih harus di cermati lagi. Untuk mendapatkan hasil akhir yang efektif dari produk outlet IPAL RSUD, harus dilakukan suatu pemeliharaan yaitu dengan menambahkan bahan kimia tertentu seperti klorin, yang bertujuan untuk menurunkan kadar pencemar dalam total coliform sehingga kembali normal dan memberikan hasil sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Dari pihak RSUD ODSK mengadakan maintenance dengan melakukan penambahan klorin 1 tablet per minggu. Tablet klorin yang digunakan adalah tablet klorin 200 g. Jadi dengan peningkatan 5790 mpn/100 ml dikurangi dengan batas maksimum yaitu 3000 mpn/100 ml, jadi ada peningkatan 2790 mpn/100 ml, dan oleh karena itu diberikan tablet tambahan 1 tablet lagi per minggunya, jadi total 2 tablet klorin per minggu.

Dari isi tabel yang tertera di atas, menunjukkan bahwa IPAL RSUD Provinsi Sulut termasuk dalam kategori dengan tingkat efisiensi yang cukup. Artinya dari 7 parameter yang sesuai dengan ketentuan PERMEN LHK-RI No.68 tahun 2016, efisiensi kinerja dari IPAL RSUD sudah terpenuhi enam parameter yang ditentukan.

IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara menghasilkan effluen atau outlet yang tidak dibuang ke badan air seperti sungai atau laut tapi menjadi air khusus flush water. Sedangkan di rumah sakit yang lain selain RSUD Provinsi Sulawesi Utara memakai kolam indikator yang berisi ikan mas untuk melihat hasil outlet. Bila ikan mas itu masih hidup, maka effluen atau outlet aman untuk dibuang ke badan air. Dengan memakai acuan tersebut, maka air IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara dibandingkan lagi dengan air permukaan sekitar yaitu dengan memakai standar baku mutu air permukaan PP RI No.22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang mengatur Baku Mutu Air Nasional, dan dengan PP RI No.82 Tahun 2001, yaitu terhadap parameter total fosfat dan nitrat (NO₃) pada outlet IPAL RSUD Provinsi Sulawesi Utara. Hasil uji kedua parameter tersebut ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Limbah Cair RSUD dengan Baku Mutu Air Permukaan

Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya							
Parameter	Hasil		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
	Pemeriksaan						
	Inlet	Outlet					

Total Fosfat*	3,96 mg/L	2,79 mg/L	0,2mg/L	0,2mg/L	1,0mg/L	-	
Nitrat (NO ₃)	0,013 mg/L	0,157 mg/L	10mg/L	10mg/L	20mg/L	20mg/L	
Baku Mutu Air danau dan Sejenisnya							
Parameter	Hasil Pemeriksaan		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
	Inlet	Outlet					
Total Fosfat*	3,96 mg/L	2,79 mg/L	0,01mg/L	0,03mg/L	0,1mg/L	-	

Keterangan:

- Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 6. Perbandingan Kualitas Influen dan Efluen Limbah Cair pada IPAL RSUD

Parameter	Influen (mg/L)	Efluen (mg/L)	Efisiensi
pH	8,09	8,06	-
BOD	7	5	Efisiensi $\frac{7-5}{7} \times 100\% = 28,57\%$
COD	12	12	Efisiensi $\frac{12-12}{12} \times 100\% = 0\%$
Total Suspended Solid (TSS)	5	3	Efisiensi $\frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$
Minyak dan Lemak	2	<1	Efisiensi $\frac{2-0,9}{2} \times 100\% = 55\%$
Amoniak	1,63	1,31	Efisiensi $\frac{1,63-1,31}{1,63} \times 100\% = 19,63\%$

Total Coliform	>24200	5790	Efisiensi $\frac{24201-5790}{24201} \times 100\% = 76,08\%$
----------------	--------	------	--

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa proses pengolahan IPAL RSUD belum berjalan dengan baik. Hal ini dikarenakan hasil daripada total coliform yang berada di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan yaitu 3000 MPN/100ml. Untuk itu perlu tindakan penanganan dari pihak RSUD berupa penambahan klorin untuk meningkatkan keefektifkan kerja IPAL RSUD.

4. Kesimpulan

1. Sistem biofilter anaerob aerob yang dipakai oleh sistem IPAL RSUD ODSK PEMPROV SULUT memiliki banyak keuntungan yaitu:
 - Pengelolaannya sangat mudah.
 - Tidak perlu lahan yang luas.
 - Biaya operasinya rendah.
 - Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang dihasilkan relatif sedikit.
 - Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutrofikasi.
 - Suplai udara untuk aerasi relatif kecil.
 - Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
 - Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.
2. Untuk mendapatkan kinerja yang baik pada IPAL RSUD ODSK dalam menghasilkan effluent yang memenuhi standar, diperlukan penambahan chlorin secara berkala.

Referensi

- Adhani, R. (2018). Pengelolaan Limbah Medis Pelayanan Kesehatan. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. Indonesia.
- Adisasmito, W. (2009). Sistem kesehatan. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Andreozzi, R. Caprio, V. Insole, A. Maritta, R. dan Sanchirico, R. (2000). Advanced oxidation processes for the treatment of mineral oilcontaminated wastewater. *Water Resource*. 34(2): 620-628.
- Achmad. R. 2004. Kimia Lingkungan. Cetakan Pertama. Jakarta: Penerbit Andi.
- Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Utara. (2018). ANDAL RSUD Sulawesi Utara. 359. 4-8. 4-9. Indonesia.
- Elvania, N. (2022). Manajemen dan Pengelolaan Limbah. Widina Bhakti Persada Bandung. Bandung. Indonesia.
- Goni, P. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Pusat Prof.Dr.R.D Kandou Manado. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik: Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa. (2022). Efektivitas Tablet Klorin Dalam Menurunkan Kandungan *Coliform* Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. Indonesia.
- KEMENKES RI. (2011). Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. DIRJEN Bina Upaya Kesehatan. Jakarta.
- Merdeka.com. (2023). Inilah 3 Tahap Penting Pengolahan Air Limbah dengan Bantuan. Indonesia.
- Mulyati, S.A et al. (2022). Efektivitas Tablet Klorin Dalam Menurunkan Kandungan Coliform Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. Indonesia.
- PERMEN LHK RI. No.68. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- PERATURAN PEMERINTAH RI. No.22. (2021). Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Indonesia.
- PERATURAN PEMERINTAH RI. No.82. (2001). Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Indonesia.
- PJLEnviro. (2006). Solusi Pengolahan Air Limbah yang Inovatif. PT Panca Jasa Lingkungan. Jakarta.
- Riogilang, H et al. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kiniar Di Kota Tondano. Manado. Indonesia.
- Riogilang, H et al. (2022). Analisa Potensi Pencemaran Merkuri Pada Sungai Ongkag Dumoga Akibat Kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI). Manado. Indonesia.
- Riogilang, H et al. (2023). Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat Di Rumah Sakit ADVENT Kota Manado. Manado. Indonesia.

- Sari, S.F. dan Sutrisno, J. (2018). Penurunan total coliform pada air tanah menggunakan membran keramik. *Jurnal Teknik Waktu*. 16(1): 30-38.
- Sastrawijaya, A.T. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- The Indonesian Public Health. (2023). *Indikator Kualitas Air Limbah*. Indonesia.
- Zulius, A. (2017). Rancang bangun monitoring pH air menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi. *JUSIKOM*. 2(1): 37-43. Indonesia.