



Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi

Gloria Palar^{#a}, Hendra Riogilang^{#b}, Revo L. Inkiriwang^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^agloriapalar25@gmail.com, ^briogilanghendra@gmail.com, ^crev_ink@yahoo.com

Abstrak

Rumah sakit menjadi salah satu sarana penyembuhan penyakit bagi masyarakat namun juga menjadi salah satu penyumbang limbah yang dapat membawa dampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup beserta lingkungan yang ada jika tidak diolah dengan benar. Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi merupakan salah satu rumah sakit yang telah menggunakan instalasi pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob dan aerob. Meskipun demikian pengolahan yang dilakukan masih dipertanyakan apakah efisien dalam menurunkan kadar pencemar atau tidak. Untuk itu maka dilakukan evaluasi kinerja sistem IPAL rumah sakit agar dapat mengetahui efisiensi kinerja IPAL yang digunakan. Dari hasil penelitian yang dilakukan di inlet dan outlet IPAL dapat dilihat kinerja IPAL rumah sakit sudah efisien dalam menurunkan kadar pencemar dalam air limbah. Dilihat dari parameter yang diuji telah mengalami penurunan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tahun 2016, pH dari 7,31 menjadi 7,05, BOD dari 9,7 mg/l menjadi 3,12 mg/l, COD dari 10 mg/l menjadi 4 mg/l, TSS dari 7 mg/l menjadi 1,2 mg/l, Minyak & Lemak dari 2 mg/l menjadi 0,5 mg/l. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi dan kiranya dapat membantu meningkatkan kinerja IPAL rumah sakit sehingga dapat selalu bekerja secara optimal.

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

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Limbah rumah sakit merupakan semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas yang mengandung mikroorganisme patogen, bersifat infeksius, bahan kimia berbahaya dan sedikit bersifat radioaktif. Limbah rumah sakit digolongkan menjadi, limbah padat rumah sakit, limbah padat medis dan limbah cair rumah sakit. Limbah padat rumah sakit dibedakan menjadi limbah padat medis dan non-medis. limbah padat medis dibedakan menjadi limbah infeksius, limbah patologis, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi (Lulu, 2012:1). Dan berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan radioaktif berbahaya bagi kesehatan. Dalam meningkatkan kesehatan masyarakat, sebagai penunjang kesejahteraan banyak masyarakat, rumah sakit menjadi salah satu tempat dalam mendukung kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Rumah sakit merupakan salah satu upaya peningkatan kesehatan yang terdiri dari balai pengobatan dan tempat praktek dokter yang juga ditunjang oleh unit-unit lainnya, seperti ruang operasi, laboratorium, farmasi, administrasi, dapur, pengolahan sampah dan limbah, serta penyelenggara Pendidikan dan pelatihan. Selain membawa dampak positif bagi masyarakat, sebagai sarana penyembuhan orang sakit, rumah sakit juga memiliki kemungkinan membawa dampak negative. Dampak negatifnya dapat berupa pencemaran dari suatu proses kegiatan rumah sakit seperti ketika limbah yang

dihasilkan oleh rumah sakit tidak diolah dengan baik dan benar. Pada tahun 1999, WHO melaporkan di Perancis pernah terjadi 8 kasus pekerja kesehatan terinfeksi HIV, 2 diantaranya menimpah petugas yang menangani limbah medis. Hal ini menunjukkan bahwa perlunya pengelolaan limbah yang baik, tidak hanya pada limbah medis tajam tetapi meliputi limbah rumah sakit secara keseluruhan. Namun berdasarkan hasil Rapid Assessment 2002 oleh Ditjen P2MPL Direktorat Penyedia Air dan Sanitasi yang melibatkan Dinas Kesehatan Kabupaten dan Kota, menyebutkan bahwa sebanyak 648 rumah sakit dari 1.476 rumah sakit memiliki incinerator baru 49% dan yang memiliki Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) sebanyak 36%. Dari jumlah tersebut kualitas limbah cair yang telah melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat baru mencapai 52%. Depkes (2006). 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). Rumah sakit Robert Wolter Mongisidi merupakan rumah sakit tingkat II yang juga telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), meskipun demikian limbah yang dihasilkan dikhawatirkan masih mengandung bahan berbahaya yang memiliki potensi yang berdampak penting terhadap penurunan kualitas lingkungan dan secara langsung memiliki potensi bahaya kesehatan bagi penduduk sekitar rumah sakit. Rumah sakit Robert Wolter Mongisidi merupakan 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. Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar rumah sakit di Indonesia belum menerapkan system pengelolaan limbah yang sesuai dengan yang seharusnya.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit saat ini?
- Bagaimana solusi yang direkomendasikan kepada Rumah Sakit agar IPAL selalu bekerja efektif dalam menurunkan konsentrasi pencemar hingga di bawah ambang batas?

1.3 Batasan Masalah

- Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang akan dievaluasi yaitu IPAL yang berada di Rumah sakit Robert Wolter Mongisidi.
- Parameter yang akan diuji yaitu pH, COD, BOD, TSS, Minyak dan Amoniak

1.4 Tujuan Penelitian

- Mengevaluasi kinerja IPAL rumah sakit Robert Wolter Mongisidi menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016.
- Mencari solusi penanganan dari hasil evaluasi IPAL jika terdapat ada yang melebihi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016.

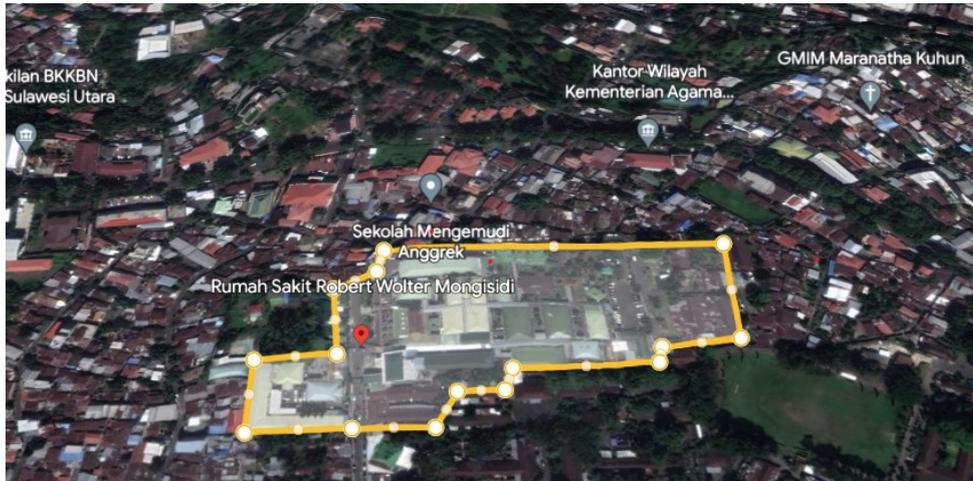
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan kontribusi kepada rumah sakit Robert Wolter Mongisidi dalam memperbaiki dan meningkatkan kinerja IPAL rumah sakit sehingga efluen yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu air limbah yang diizinkan sehingga siap dibuang ke badan lingkungan yang telah ditetapkan.

2 Metode

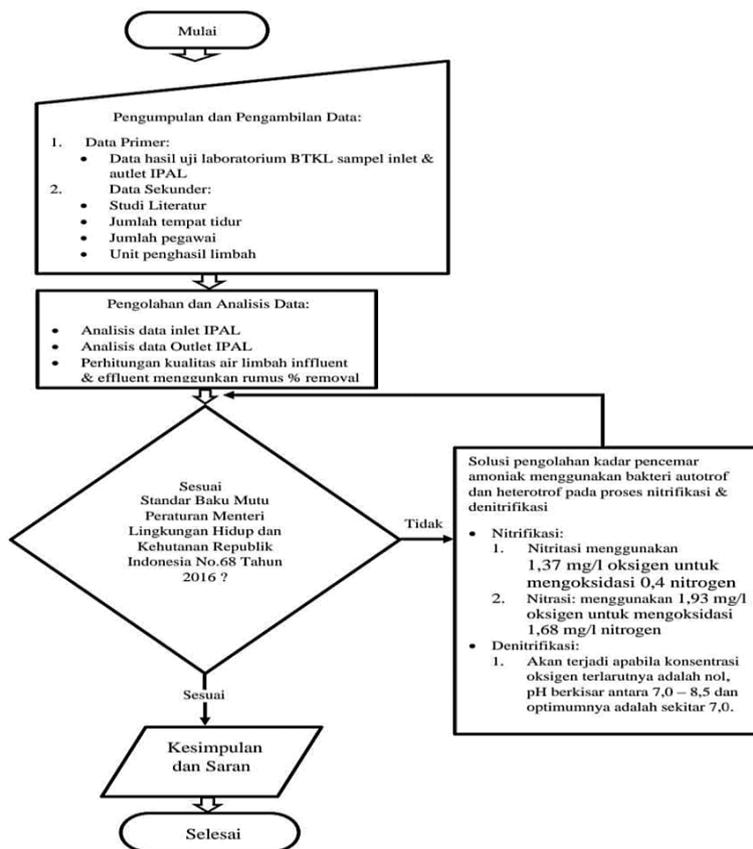
2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi yang berlokasi di Kota Manado, Jalan 14 Februari N0.72 Teling Atas Wanea, Teling Bawah, Kecamatan Wenang, Kota Manado, Privinsi 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 hasil uji air limbah rumah sakit kemudian diuji laboratorium BTKL. Sedangkan data sekunder yaitu data-data yang sudah ada sebelumnya tanpa dilakukan penelitian langsung di lapangan. Data sekunder yang diperlukan yaitu:

- Jumlah tempat tidur
- Jumlah pegawai
- Unit yang ada di rumah sakit dalam kaitannya sebagai penghasil limbah
- Pola aliran limbah cair dari setiap unit yang ada di RS sampai ke IPAL
- Kualitas limbah cair yang masuk ke IPAL

2.4 Metode Analisa Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari studi lapangan Rumah sakit Robert Wolter Mongisidi, tiap-tiap unit pengolahan akan dianalisis berdasarkan teori yang ada pada literatur. Analisis ini meliputi perhitungan efektifitas kinerja unit pengolahan pada IPAL rumah sakit yang ditandai dengan persentase removal pencemar. Perhitungan presentase removal pencemar ini didasarkan pada kualitas air limbah pada inlet dan outlet IPAL. Evaluasi kinerja IPAL ini akan didasarkan pada besarnya presentase removal dan perbandingan kualitas effluent dengan baku mutu yang diizinkan (berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 Tentang Limbah Cair Domestik). Berdasarkan presentase removal ini akan menjadi standar untuk mengevaluasi kinerja dari unit pengolahan fisik dan biologis yang terdapat pada Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

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
Debit	L/orang/hari	100

3 Hasil dan Pembahasan

1. Kapasitas Unit IPAL Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi

Tabel 2. Kapasitas Masing-Masing Unit IPAL Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi

No	UNIT IPAL	VOLUME UKURAN
1	Bak Kontrol Awal	(P) 1 m x (L) 1 m x (T) 1 m
2	Bak Inlet	(P) 1 m x (L) 1 m x (T) 1 m
3	Bak Blower	(P) 1 m x (L) 1 m x (T) 1 m
4	Bak Outlet	(P) 1 m x (L) 1 m x (T) 1 m
5	Bak bioreactor terdapat	1 bak
6	Kolam Ikan	1 bak

2. Hasil Analisis Parameter Kinerja Dengan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data-data yang sudah ada sebelumnya tanpa dilakukan penelitian langsung dilapangan. Analisis data sekunder meliputi parameter Ph, COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak. Rincian analisis data sekunder dapat dilihat dari analisis inlet dan outlet IPAL.

3. Analisis Inlet IPAL

Limbah cair yang akan masuk ke IPAL merupakan limbah cair yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit, kecuali limbah yang berasal dari laboratorium, termasuk rembesan dari tangki septik. Keberadaan tangki septik pada dasarnya merupakan treatment awal bagi air limbah, sehingga pada beberapa parameter, terjadi penurunan kadar pencemar. Karakteristik air limbah pada inlet IPAL berada pada rentang sedang. Nilai pH 7,31 menunjukkan bahwa suasana air limbah berada dalam kondisi netral dan ini akan mendukung untuk pengolahan selanjutnya. Kondisi terlalu asam atau terlalu basa akan mengganggu kinerja proses di IPAL, yaitu untuk keberlangsungan proses yang dibantu oleh mikroorganisme. Untuk nilai COD, dapat dilihat yang ditunjukkan dari hasil pemeriksaan laboratorium ini termasuk dalam kategori rendah. Untuk nilai TSS, BOD, serta Amoniak juga termasuk dalam kategori rendah dimana tidak melewati batas baku mutu atau nilai hasil analisa tidak melebihi baku mutu yang ada. Untuk nilai karakteristik Minyak & Lemak, terlihat bahwa angka yang ditunjukkan sangat kecil, hal ini karena limbah cair dari unit dapur yang biasanya mengandung minyak lemak dalam kadar tinggi tidak diolah di unit IPAL.

4. Analisis Outlet IPAL

Air limbah yang telah mengalami pengolahan pada unit-unit proses yang terdapat dalam IPAL, akan dibuang ke tanah sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada rumah sakit Robert Wolter Mongisidi. Pada bagian outlet IPAL terdapat hour meter yang berfungsi mengatur pembuangan air hasil olahan ini. Air limbah hasil olahan akan masuk ke kolam indikator air limbah hasil pengolahan, kemudian air limbah hasil pengolahan dibuang ke badan tanah. Dalam sistem pengolahan air limbah, parameter outlet merupakan hal yang paling penting untuk dianalisa. Selain karena hal ini merupakan salah satu ketentuan pembuangan air limbah hasil olahan, hal ini juga karena kualitas air olahan pada outlet akan sangat mempengaruhi kondisi badan air penerima atau tempat mana yang akan menerima.

Berdasarkan data hasil analisis laboratorium, selanjutnya akan dilakukan analisis untuk setiap parameter yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 ini, yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak.

- pH

Nilai Ph pada outlet rumah sakit berada pada kisaran aman untuk dibuang ke badan air. Berdasarkan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 Tentang Limbah Domestik, dinyatakan bahwa derajat keasaman air limbah aman dibuang ke badan air adalah yang berada dalam rentang pH 6-9. Berdasarkan data hasil pemeriksaan kualitas air limbah pada outlet IPAL yang dilakukan, terlihat bahwa derajat keasaman air limbah berada pada kondisi normal, yaitu 7,05. Adanya angka baku mutu 6-9 untuk derajat keasaman ini adalah karena rentang tersebut air berada pada kondisi netral, tidak terlalu asam atau tidak terlalu basa. Kondisi terlalu asam atau terlalu basa pada air hasil olahan akan merusak ekosistem badan air penerima.

- BOD

BOD pada effluent IPAL di bawah baku mutu yang ada dan menunjukkan nilai yang aman untuk badan air yaitu 3,12, karena baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 adalah pada kadar 30 mg/L.

- COD

Konsentrasi COD pada effluent air limbah secara umum dapat dikatakan memenuhi baku mutu yang disyaratkan. Dengan nilai COD 4 mg/L, nilai ini sangat jauh lebih kecil dari baku mutu yang diperbolehkan yaitu 100 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan biologis berjalan baik.

- Zat Padat Tersuspensi (TSS)

TSS pada air olahan dari IPAL berada dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016. Pada outlet

IPAL, effluent yang dihasilkan dari pengolahan nilai TSS termasuk dalam kategori rendah. Nilai TSS yang terkandung pada effluent berada pada rentang 1,2 mg/L dengan baku mutu 30 mg/L. Angka ini menunjukkan bahwa treatment yang diberikan pada air limbah yang masuk pada unit IPAL telah berjalan efektif untuk menurunkan kandungan TSS air limbah sehingga aman dibuang ke badan air.

- Minyak dan Lemak

Data konsentrasi minyak dan lemak yang dilihat dari data hasil uji laboratorium outlet IPAL menunjukkan angka 0,5 mg/L yang berada di bawah baku mutu yang diperbolehkan yaitu 5 mg/L. Angka ini menunjukkan bahwa air limbah yang dihasilkan aman dibuang ke badan tanah.

- Amoniak

Amoniak pada effluent air limbah berada jauh diatas nilai baku mutu yang ada. Berdasarkan data hasil pengujian kualitas effluent air limbah ini amoniak berada pada angka 15 mg/L, dengan baku mutu 10 mg/L. Angka ini menunjukkan bahwa air limbah yang dihasilkan tidak aman untuk dibuang ke badan tanah.

5. Efektifitas IPAL Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi

Hasil akhir yang didapatkan dari laboratorium, menunjukkan angka-angka yang signifikan dari hasil perbandingan inlet dan outlet air limbah rumah sakit. Dari 6 parameter yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016, ada 5 parameter yang masih memenuhi kriteria dari baku mutu. Sedangkan nilai dari amoniak memberikan hasil yang kurang memuaskan karena masih berada di atas baku mutu. Adapun efisiensi pengolahan air limbah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kualitas Influent dan Effluent Air Limbah pada IPAL Rumah Sakit Robert Wolter Mongisidi

Parameter	Influent (mg/L)	Effluent (mg/L)	Efisiensi
pH	7,31	7,05	-
BOD	9,7	3,12	$\frac{9,7 - 3,12}{9,7} \times 100\% = 67,8\%$
COD	10	4	$\frac{10 - 4}{10} \times 100\% = 60\%$
TSS	7	1,2	$\frac{7 - 1,2}{7} \times 100\% = 82\%$
Minyak dan Lemak	2	0,5	$\frac{2 - 0,5}{2} \times 100\% = 75\%$
Amoniak	9	15	$\frac{9 - 15}{9} \times 100\% = -66,67\%$

Berdasarkan tabel diatas, dapat diukur nilai efisiensi proses pengolahan IPAL rs yaitu hasilnya belum berjalan dengan baik secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan hasil dari parameter Amoniak yang berada di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 mg/L. Untuk itu diperlukan adanya treatment lebih agar supaya keefektifan kerja IPAL dapat berjalan dengan baik.

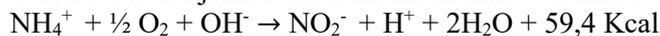
Untuk direkomendasikan pihak rumah sakit menggunakan suatu treatment untuk menstabilkan nilai amoniak agar tetap berada di bawa baku mutu yang diperbolehkan.

6. Solusi Menghilangkan Amoniak Secara Biologis menggunakan Bakteri Autotrof dan Heterotrof pada Proses Nitrifikasi dan Denitrifikasi

• Nitrifikasi

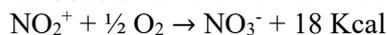
Proses nitrifikasi terbagi menjadi dua tahap yaitu:

- 1) Tahap Nitritasi (tahap oksidasi ion ammonium (NH_4^+) menjadi ion nitrit (NO_2^-)) menggunakan bakteri autotrof jenis *Nitrosomonas* menurut reaksi berikut:



Reaksi ini memerlukan 3,43 gr O_2 untuk mengoksidasi 1 gr nitrogen menjadi nitrit.

- 2) Tahap nitratasi (tahap oksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat (NO_3^-)) menggunakan bakteri *nitrobacter* menurut reaksi berikut:



Reaksi ini memerlukan 1,14 gr O_2 untuk mengoksidasi 1 gr nitrogen menjadi nitrat. Secara keseluruhan proses nitrifikasi dapat dilihat dari persamaan berikut:

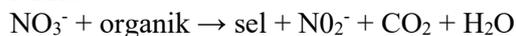


Kedua reaksi di atas disebut dengan reaksi eksotermik (reaksi yang dapat menghasilkan energi). Jika kedua jenis bakteri tersebut ada, baik di tanah maupun di perairan, maka konsentrasi nitrit akan menjadi berkurang karena nitrit dibentuk oleh bakteri *nitrosomonas* yang akan dioksidasi oleh bakteri *nitrobacter* menjadi nitrat. Faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses nitrifikasi dalam pengolahan air yaitu konsentrasi oksigen terlarut harus minimum 1 mg/l dan kurang dari 2 mg/l, temperatur berada pada rentang 8-30°C dan untuk temperatur optimum yaitu pada 30°C serta pH optimum berkisar antara 7,5-8,5.

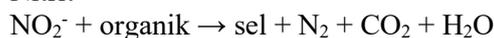
• Denitrifikasi

Proses denitrifikasi menggunakan bakteri heterotrofik yang mampu mengguraikan nitrat dan nitrit dengan jenis bakteri *pseudomonas* menurut reaksi berikut ini:

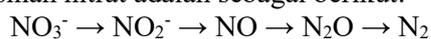
- 1) Nitrat



- 2) Nitrit



Penyisihan nitrogen dari bentuk nitrat dikonversi menjadi gas nitrogen pada kondisi anoksik (tanpa oksigen). Reaksi penyisihan nitrat adalah sebagai berikut:



Pada proses denitrifikasi akan terjadi apabila konsentrasi oksigen terlarutnya adalah nol, pH berkisar antara 7,0 – 8,5 dan optimumnya adalah sekitar 7,0.

7. Penambahan Kaporit pada Air Limbah Hasil Olahan

Klorinasi dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) atau biasa disebut dengan kaporit. Penggunaan kaporit dapat dilakukan dengan menginjeksikan larutan kaporit pada proses pengolahan akhir ke bak disinfeksi. Dengan perhitungan kebutuhan kaporit sebagai berikut:

Jumlah tempat tidur	= 163 bed
Kebutuhan air bersih	= Jumlah bed x 50 L/bed/hari
	= 163 x 50
	= 8.150 L/hari
Jumlah pegawai	= 338
Kebutuhan air bersih	= Jumlah pegawai x 120 L/hari
	= 338 pegawai x 120 L/hari
	= 40.560 L/hari

Jumlah kebutuhan air bersih = 8.150 + 40.560 = 48.710 L/hari

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air limbah} &= 80\% \times \text{Jumlah air bersih} \\ &= 80\% \times 48.710 \text{ L/hari} \\ &= 38.968 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= 48.710 \text{ L/hari} \\ &= 0.564 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DPC} &= 1,5 \text{ ppm} \\ \text{Sisa Chlor} &= 0,6 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Kaporit 60\%} \\ \text{(DK)} &= \frac{0,6 + 1,5}{60} \times 100 \\ &= 3.1 \text{ ppm (mg/L)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kaporit} &= Q \times \text{DK} \\ &= 0.564 \text{ L/dt} \times 3.1 \text{ mg/L} \\ &= 1.75 \text{ mg/dt} \\ &= 0.15 \text{ kg/hari} \\ &= 3.5 \text{ kg/bulan} \end{aligned}$$

Dengan hasil yang didapat maka untuk setiap harinya bak injeksi perlu diberi 0.15kg kaporit agar supaya air hasil olahan aman bagi badan lingkungan dan juga bagi kesehatan manusia.

4 Kesimpulan

1. Kinerja IPAL rumah sakit sudah signifikan dalam menurunkan kadar zat pencemar dalam air limbah sesuai standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan – Republik Indonesia No.68 Tahun 2016 kecuali amoniak. Efisiensi menurunkan kadar limbah pada IPAL adalah: BOD 67,8%, COD 60%, TSS 82% dan Minyak dan Lemak 75%. Kadar amoniak 15mg/L melebihi standar baku mutu: 10 mg/L.
2. Solusi yang digunakan untuk menurunkan kadar amoniak yang melebihi standar baku mutu adalah dengan menggunakan bakteri autotrof dan heterotrof pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi dan penambahan kaporit. Proses nitrifikasi dengan konsentrasi oksigen terlarut harus minimum 1 mg/l dan kurang dari 2 mg/l, temperatur berada pada rentang 8-30°C dan untuk temperatur optimum yaitu pada 30°C serta pH optimum berkisar antara 7,5-8,5. Proses denitrifikasi dengan konsentrasi oksigen terlarutnya harus nol, pH berkisar antara 7,0 – 8,5 dan optimumnya sekitar 7,0. Penambahan kaporit sebanyak 0,15 kg/hari.

Referensi

- Andreozzi, R. Caprio, V. Insola, A. Maritta, R. dan Sanchirico, R. (2000). Advanced oxidation processes for the treatment of mineral oilcontaminated wastewater. *Water Resource*. 34(2): 620-628.
- Azwar, A., 2002. Menjaga Mutu Pelayanan Kesehatan Aplikasi Prinsip Lingkaran Pemecahan Masalah. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Benfield, Larry D. (1980). *Biological Process Design for Wastewater Treatment*. United State of America: Prentice-Hall, Inc.
- Bitton G. 1994. *Wastewater Microbiology*. Wiley-Liss, New York.
- D, Lulu. (2012). *The Everlasting Stories Of Lulu*, Jakarta: Gagas Media.
- Depkes RI. 2006. Pedoman Penyelenggaraan dan Prosedur Rekam Medis Rumah Sakit di Indonesia. Jakarta: Depkes RI.
- Fadillah, H. Junaidi, M. Azhar, F. (2022) Efektivitas Penggunaan Nitrosomonas dan Nitrobacter untuk Perbaikan Kualitas Air Media Budidaya Ikan Nila. *Jurnal Perikanan*, 12 (1), 65.
- 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
- Hitdlebaugh, J.A., and R.D. Miller, "Operational Problems With Rotating Biological Contactor", *Journal Water Pollution Control Fed*. 53:1283- 1293. 1981.
- Indonesia Public Health. Indikator Limbah Cair. <https://www.indonesian-publichealth.com/bod-cod-tss->

pada-airlimbah/- Indikator- Limbah- Cair

Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004. Tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit.

KEMENKES RI.(2011). Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerobik Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. DIRJEN Bina Upaya Kesehatan. Jakarta.

Makaraung,T,E,2022,Analisa Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Noongan,Vol.20 (No.82)

Merdeka.com. (2023). Inilah 3 Tahap Penting Pengolahan Air Limbah dengan Bantuan. Indonesia.

Metcalf & Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment Disposal, reuse, 3rd ed.* McGraw-Hill, New York

Nasution. 2011. Metode Research Penelitian Ilmiah. Jakarta: PT Bumi Aksara

Nusa,IS dan Muhammad ,RS, 2014, Penghilangan Amoniak di Dalam Air Limbah Domestik dengan Proses *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*, Vol.7 (No.1)

Peraturan Menteri LHK-RI No.68. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestic. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republic Indonesia. Jakarta.

Patrick.(2016).Sistem IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) <https://www.tanindo.net/ipal> instalasi-pengolahan-air-limbah/-Sistem-IPAL-Instalasi Pengolahan Air Limbah

Painter, H.A., and J.E. Loveless. 1983. *Effect of Temperature and pH Value on*

The Growth Rate Contact of Nitrifying Bacteria in the Activated Sludge Process. Water Research. 17:237-248. 1983.

Rawis,L,2021,Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Bhayangkara Tingkat III Manado,Vol.22 (No.81)

Riogilang,H.Riogilang,H.Azifah,HI.(2020) Desain Unit Instalasi Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri UNSRAT Manado Menggunakan Metode Biofilter Anaerobik-Aerobik. Jurnal TEKNO, 20(82), 857.

Rumah sakit R.W Mongisidi. 2023. Dokumen Persetujuan Teknis Pengelolaan Air Limbah.

Riogilang,H.(2015) Tantangan Manado Menuju Kota Hijau. Jurnal LPPM,Vol.2 (No.2)

Riogilang,H.(2017) Implementasi Manado Kota Hijau. Jurnal LPPM, Vol.4 (No.1)

Riogilang,H.(2021) Seminar Pengendalian Pencemaran Dan Penyebaran Air Lindi dari Rembesan Kolam Lindi TPA Sumompo Manado. Jurnal Arsitektur dan Perencanaan Kota, Vol.18 (No.2)

Riogilang H. Herawaty R. dan Virzina N. Manoppo “Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat di Rumah Sakit ADVENT Kota Manado.” TEKNO 21.85 (2023).

Riogilang H. Herawaty R. dan Masita S “Perencanaan Pengelolaan Air Buangan Di Kota Manado dengan Teknologi Biocleaner (Studi Kasus Kecamatan Wenang).” TEKNO 21.85 (2023).

Riogilang H. O.B.A. Sompie. Sinta.A.W “Analisis Kapasitas Pengolahan Air Lindi di TPA Aertembaga Kota Bitung.” TEKNO 20.82 (2022)

Riogilang H. L.A.Hendrata. W.D.Harundja “Studi Penyebaran Kontaminan pada Air Tanah TPA Airmadidi Terhadap Pemukiman” TEKNO 21.85(2023)

Sastrawijaya, A.T. (2000). Pencemaran Lingkungan. Jakarta (ID): Rineka Cipta.

Tumewu.K.(2023). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah

(IPAL) Biofilter Anaerobik-Aerobik Rsud Provinsi Sulawesi Utara.Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik: Universitas Sam Ratulangi, Manado

U.S. EPA . 1975. *Process Design Manual for “Heterotrophic Nitrification By Arthrobacter Sp”*, Journal Bacteriology. 110:955-961.1972.

Y.L.L.Priscilia.2015. Kajian Efek Aerasi pada Kinerja Biofilter Aerob dengan Media Botol Plastik Polystyrene untuk Pengolahan Limbah Budaya Tambak Udang. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.