



Research Articles

Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat

Wastewater Treatment Plant of Regional General Hospital of West Nusa Tenggara Province

Ahmad Jupri¹, Nurliana Hasan Putri¹, Supardiono¹, Hilman Ahyadi¹, Lilik Hidayati^{2*}

¹Prodi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNRAM

²Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNRAM

Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. (0370) 646506

**corresponding author, email: lilikhidayati@staff.unram.ac.id*

Manuscript received: 29-12-2024. Accepted: 12-03-2025

ABSTRAK

Pengelolaan air limbah di rumah sakit merupakan aspek penting untuk menjaga kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat (RSUDP NTB) dengan menggunakan sistem biofilter. Penelitian dilakukan selama 30 hari dengan fokus pada observasi operasional, wawancara dengan staf, dan analisis data pengolahan air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NTB RSUDP WWTP terdiri dari tujuh unit dengan kapasitas yang bervariasi dan melibatkan tahap pra-pemrosesan dan pemrosesan utama. Meskipun operasi komprehensif, tantangan seperti penyumbatan pipa dan masalah dengan flow meter masih terjadi. Rekomendasi termasuk meningkatkan pemeliharaan rutin, mengoptimalkan proses pemrosesan, dan menjangkau terkait pembuangan limbah padat.

Kata kunci: IPAL, pengolahan air limbah; biofilter; rumah sakit; kualitas lingkungan

ABSTRACT

Wastewater management in hospitals is an important aspect to maintain environmental quality and public health. This research evaluates the effectiveness of the Waste Water Treatment Plant (IPAL) at the Regional General Hospital of West Nusa Tenggara Province (RSUDP NTB) using a biofilter system. The research was conducted for 30 days with a focus on operational observations, interviews with staff, and analysis of wastewater treatment data. The results show that the NTB RSUDP WWTP consists of seven units with varying capacities and involves pre-processing and main processing stages. Despite comprehensive operations, challenges such as pipe blockages and problems with flow meters still occur. Recommendations include improving routine maintenance, optimizing processing processes, and outreach regarding solid waste disposal.

Key words: IPAL; wastewater treatment; biofilter; hospital; environmental quality

PENDAHULUAN

Pelayanan di bidang kesehatan merupakan salah satu bentuk pelayanan yang paling banyak dibutuhkan oleh masyarakat, terutama pelayanan kesehatan di rumah sakit. Rumah sakit pada umumnya adalah bentuk sarana pelayanan kesehatan masyarakat yang dapat diselenggarakan oleh pemerintah maupun swasta. Pelayanan kesehatan di rumah sakit ini berupa kegiatan pelayanan rawat jalan, pelayanan rawat inap dan pelayanan gawat darurat bagi masyarakat (Dr.Hj.Mu'ah, 2014).

Limbah cair adalah bahan pencemar yang berbentuk cair. Air limbah adalah air yang membawa sampah atau limbah dari rumah tangga, bisnis, dan industri yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi dari hasil proses yang dibuang ke dalam lingkungan (Suhairin, et.al., 2020). Limbah cair adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan (Ningrum dan Khalista, 2017). Limbah cair akan memasuki badan air seperti sungai, danau atau laut. Dalam kecepatan yang lebih rendah, limbah ini dapat memasuki air tanah bila konsentrasi limbah cukup tinggi atau bila terdapat retakan pada tanah. Badan-badan air umumnya dimanfaatkan sebagai sumber air oleh masyarakat, baik untuk sumber air minum, kebutuhan rumah tangga, industri, irigasi atau untuk keperluan rekreasi. Tentunya air tersebut tidak boleh menjadi media transmisi penyakit akibat kontaminasi fekal atau akibat adanya perubahan suhu, salinitas atau pH air. Oleh karena itu diperlukan suatu penanganan limbah agar badan air tidak kelebihan bahan organik atau anorganik, bahan beracun ataupun substansi yang secara estetika tidak layak (Atlas dan Bartha, 1998).

Limbah cair rumah sakit merupakan sumber pencemaran air yang potensial, karena mengandung senyawa organik dan Kimia yang cukup tinggi, yang dapat menyebabkan pencemaran badan air dan mikro-organisme patogen penyebab penyakit pada masyarakat sekitar (Said, 2013). Dampak potensial dari limbah air rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diwajibkan mengolah limbah cair sehingga memenuhi mutu yang ditetapkan sebelum di buang ke badan air penerima (Said,2013).

Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Merupakan langkah untuk mengurangi kadar pencemar yang terkandung dalam limbah cair, sehingga memenuhi baku mutu agar dapat dilepas ke badan air (Sulistia dan Septisya, 2019). Pengelohan air limbah harus memenuhi standar kualitas baik serta memenuhi hasil uji laboratorium sebelum di buang ke badan air. Untuk pengolahan air limbah yang mengandung senyawa organik menggunakan teknologi secara biologis atau gabungan dari beberapa proses. Biofilter anaerob-aerobik adalah metode umum digunakan untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah cair rumah sakit karena proses dilakukan pada kondisi aerobik yaitu menggunakan udara dan dikombinasikan menggunakan metode anaerob atau tanpa udara (Sari, dkk :2024).

Biofilter adalah suatu istilah dari reactor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh dan membentuk lapisan biofilm. Biofilm ialah salah satu proses pengolahan limbah cair secara biologis, dengan proses kerja memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan polutan(Sari dan hartaja, 2015). Keunggulan dari biofilter antara lain pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi serta dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik. Teknologi biofilter

mampu melepaskan kandungan bahan organik sampai Tingkat efisiensi 95% (metcalf dan eddy 2004).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi (RSUDP) Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu elemen penting dalam menjaga kualitas lingkungan hidup serta kesehatan masyarakat. Sebagai rumah sakit rujukan utama di provinsi NTB, RSUDP NTB menangani berbagai jenis pasien dengan kondisi medis yang kompleks, yang menghasilkan limbah cair dengan karakteristik khusus yang memerlukan pengolahan khusus sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah cair dari rumah sakit ini mengandung berbagai zat berbahaya seperti sisa obat-obatan, bahan kimia dari laboratorium, cairan dari prosedur medis, serta patogen yang dapat menimbulkan risiko pencemaran jika tidak diolah dengan baik.

Keberadaan IPAL di RSUDP NTB dirancang untuk mengatasi tantangan ini, dengan menerapkan teknologi pengolahan limbah cair yang mampu mengeliminasi atau mengurangi kandungan bahan berbahaya sehingga memenuhi standar baku mutu lingkungan sebelum dibuang ke saluran pembuangan. Proses pengolahan air limbah di rumah sakit ini melibatkan beberapa tahapan, mulai dari penyaringan awal untuk memisahkan partikel padat, pengolahan kimia untuk menetralkan bahan beracun, hingga pengolahan biologis yang menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Limbah cair yang dihasilkan oleh RSUDP NTB tidak hanya berpotensi mencemari air tanah dan sungai, tetapi juga dapat menjadi sumber penyebaran penyakit jika tidak diolah dengan benar. Oleh karena itu, IPAL di RSUDP NTB dirancang untuk meminimalkan risiko ini dengan memastikan bahwa air limbah yang dibuang sudah melalui proses pengolahan yang sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan (30 hari) mulai pada tanggal 24 Juni 2024 dan berakhir pada tanggal 27 Juli 2024. Tempat penelitian dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan alamat Jln. Prabu Dasan Cermen, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah alat tulis, kertas, laptop pribadi, dan kamera smartphone. Selain itu, selama melakukan kegiatan kerja lapangan kurang lebihnya menggunakan alat dan bahan yang disediakan instansi yakni Instansi Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Metode digunakan untuk memahami sistem kerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat (RSUDP NTB). Pertama, dilakukan peninjauan dan observasi lapangan secara langsung di lokasi IPAL dengan bimbingan mentor dari pihak rumah sakit. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran rinci mengenai operasi dan teknologi yang digunakan dalam pengolahan limbah cair. Selanjutnya, diadakan diskusi dengan karyawan dan pihak terkait di RSUDP NTB, termasuk petugas IPAL, manajer lingkungan, dan teknisi, guna mendapatkan informasi mendalam tentang operasional, pemeliharaan, serta tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan IPAL. Selain itu, studi literatur juga dilakukan dengan menganalisis data internal dari rumah sakit, seperti laporan operasional IPAL, serta data eksternal yang mencakup literatur ilmiah, regulasi, dan standar pengelolaan limbah. Studi ini bertujuan untuk memperkuat pemahaman mengenai sistem kerja dan praktik terbaik dalam pengelolaan IPAL, sehingga dapat memberikan dasar

yang kuat untuk pengembangan rekomendasi yang relevan dalam pengelolaan limbah cair di rumah sakit tersebut.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat (RSUDP NTB). Data kualitatif dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan diskusi dengan karyawan serta pihak terkait di RSUDP NTB. Observasi lapangan memberikan gambaran langsung mengenai proses pengolahan limbah dan teknologi yang diterapkan, sementara wawancara dan diskusi mendalam mengungkapkan tantangan operasional, persepsi, dan pengalaman dari para petugas IPAL. Analisis kualitatif ini dilakukan dengan mengidentifikasi pola, tema, dan masalah yang muncul, serta memahami konteks dan prosedur kerja IPAL secara rinci.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat

Pengolahan air limbah di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan sistem biofilter. IPAL biofilter ini dioperasikan selama 24 jam sehari untuk memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit diolah secara kontinu dan konsisten. Di Rumah Sakit Umum Provinsi NTB, terdapat tujuh Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang terdiri dari IPAL utama, IPAL onkologi, IPAL forensik, IPAL rawat inap, IPAL Graha Gemilang, dan IPAL IGD Terpadu. Kapasitas masing-masing IPAL dapat dilihat pada tabel yang terlampir.

Tabel 5.1 Kapasitas IPAL RSUDP

Nama IPAL	Kapasitas (M ³ /hari)	Gambar IPAL
IPAL Utama 1	100	
IPAL Utama 2	150	
IPAL Forensik	120	

IPAL Trauma
Center

30



IPAL Rawat
Inap

40



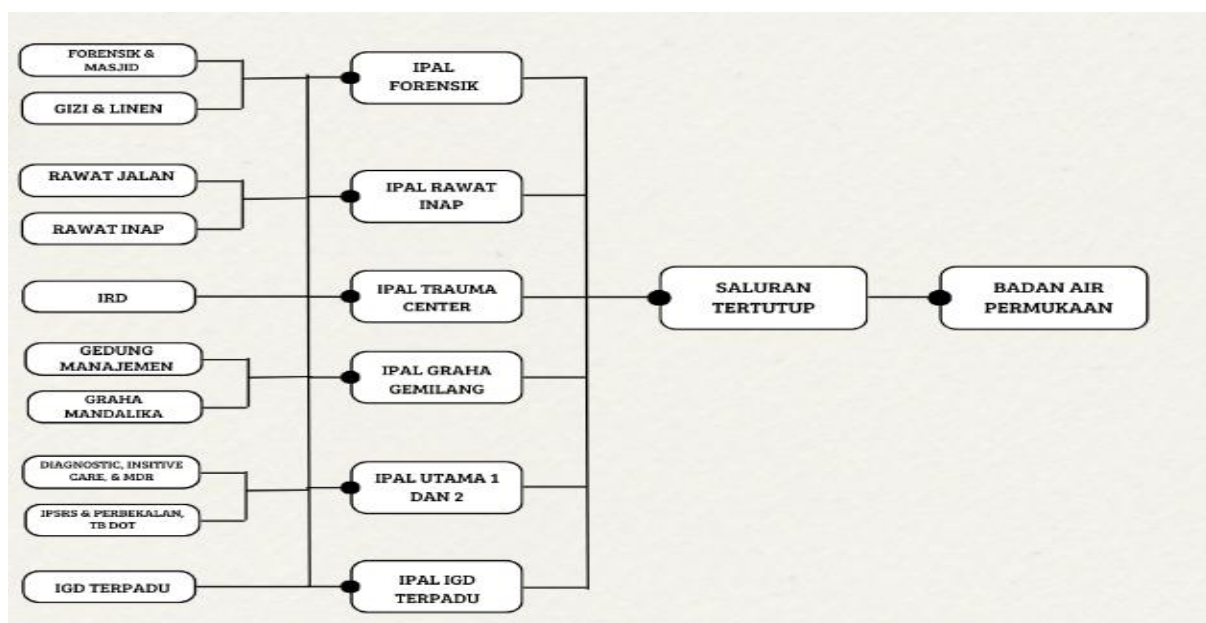
IPAL Graha
Gemilang

20



IPAL IGD
Terpadu

40



Gambar 1. Sumber limbah cair di RSUDP NTB

*Keterangan : Air limbah olahan pada instalasi pengolahan air limbah / IPAL yang berasal dari air bersih kegiatan di tiap unit dan kegiatan di toilet pengunjung, karyawan rumah sakit berserta poliklinik rumah sakit sebesar 80%. Sedangkan 20% air limbah yang belum di proses di karenakan adanya masa tinggal di bak equalisasi dan bak shumpit

Pengolahan limbah di RSUD NTB melibatkan beberapa unit IPAL yang masing-masing menangani limbah dari berbagai sumber. IPAL Forensik mengolah limbah yang berasal dari gedung forensik, gizi, dan linen. Limbah dari gedung rawat inap dan rawat jalan diolah oleh IPAL Rawat Inap. IPAL IRD menangani limbah dari gedung IRD, sementara IPAL Graha mengolah limbah dari gedung administrasi dan gedung Graha Mandalika. Selain itu, IPAL IGD khusus mengolah limbah yang berasal dari gedung IGD dan IPAL utama menangani limbah dari IRNA, IRJA, Diagnostic, Insitive Care, IPSRS dan Perbekalan, dan TB DOT dan MDR. Dengan pembagian ini, RSUD NTB memastikan bahwa setiap jenis limbah ditangani secara spesifik dan efisien sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan pengolahannya masing-masing sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1.

Baku Mutu Air Limbah di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat

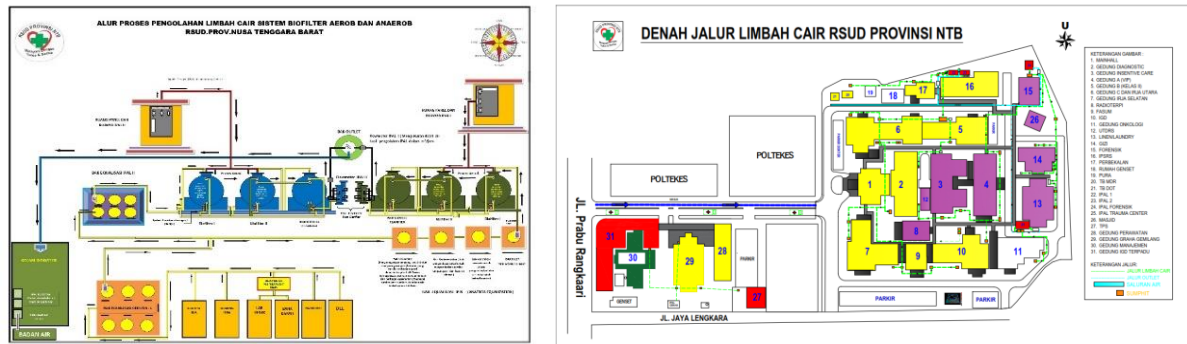
Baku Mutu Air Limbah mengacu pada Lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik sebagaimana tertuang pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Domestik

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

Pretreatment terbagi dalam beberapa bagian penting. Pertama, pretreatment dapur yang bertujuan memisahkan lemak dan padatan dari aliran limbah cair dalam pipa, sehingga mencegah penyumbatan pipa dan mengurangi beban polutan. Kedua, pretreatment laundry yang memisahkan padatan, lemak, dan kotoran lainnya untuk menurunkan beban limbah yang masuk ke unit pengolahan. Ketiga, Automic Heavy Metal Precipitator (HMP) yang digunakan untuk menetralkan dan mereduksi kandungan logam dalam limbah kimia dari laboratorium. Selanjutnya, screening treatment dilakukan untuk menyaring padatan dan sampah dalam limbah cair, mencegah gangguan pada proses pengolahan utama dan penyumbatan pipa-pipa air limbah. Proses equalisasi bertujuan menghomogenkan kondisi limbah cair dan menetralkan pH dengan menggunakan H₂SO₄ atau NaOH, sehingga limbah cair siap diolah lebih lanjut. Bak equalisasi berfungsi mengumpulkan semua limbah cair dari berbagai sumber sebelum masuk ke pengolahan utama, sekaligus berfungsi sebagai tempat penyaringan awal dan pengendapan sebelum limbah diolah lebih lanjut dalam sistem IPAL yang terpasang. Kolam indikator dalam sistem ini berfungsi sebagai bioindicator untuk effluent IPAL, memastikan

kualitas pengolahan air limbah yang optimal. Alur proses pengolahan air limbah cair RSUDP NTB dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



IPAL Biofilter dirancang untuk mengolah limbah cair berdasarkan karakteristiknya yang masuk dari berbagai sumber. Di dalam unit IPAL tersebut, pertama air limbah dialirkan masuk ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur), dan penampung lumpur. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob (biofilter Anaerob) dengan arah aliran dari atas ke bawah. Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon. sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media.

Dengan demikian, air limbah akan kontak dengan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar. Proses ini sering dinamakan Aerasi Kontak (Contact Aeration). Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap (Prisanto dan Yanuwadi, 2015).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikroorganisme diendapkan. Di dalam bak pengendap akhir ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Penambahan khlor bisa dilakukan dengan menggunakan khlor tablet atau dengan larutan kaporit yang disuplai melalui pompa dosing. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi, dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum.

Pemeliharaan instalasi pengolahan air limbah di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat

Pengolahan air limbah di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTB dilakukan oleh tim teknisi IPAL yang bertanggung jawab atas operasional dan pemeliharaan instalasi pengolahan

air limbah. Tim ini memastikan bahwa setiap IPAL, mulai dari IPAL utama hingga IPAL khusus seperti IPAL onkologi, forensik, rawat inap, Graha Gemilang, dan IGD Terpadu, berfungsi dengan baik. Mereka melakukan berbagai tugas harian, termasuk memeriksa peralatan, membersihkan saluran, dan memantau kualitas air yang diolah.

Tabel 3. Pemeliharaan IPAL di RSUD Provinsi NTB

Jenis pemeliharaan	Frekuensi	Petugas
Pembuangan lumpur dengan cara membuka stop kran	1 minggu sekali	Tim IKL
Monitoring flow meter agar tidak tersumbat	Setiap hari	Tim IKL
Pengurasan endapan	1 tahun sekali	Tim IKL
Penambahan kaporit IPAL	1 minggu sekali	Tim IKL
Penggantian dan pembersihan media bakteri	3 bulan sekali	Tim IKL
Membersihkan PTG Gizi/grease trap	Setiap hari	<i>Cleaning Service</i>
Pengurasan bak indikator	1 bulan sekali	Tim IKL
Pengurasan bak chlorin	1 bulan sekali	Tim IKL
Monitoring bak ekualisasi	Setiap hari	Tim IKL
Mesin penggantian oli blower	3 bulan sekali	Tim IKL
Penggantian dynamo blower	3 bulan sekali	Tim IKL
Monitor blower isapan	Setiap hari	Tim IKL
Monitor panel blower	Setiap hari	Tim IKL
Monitor mesin inlet dan outlet yang tersumbat	Setiap hari	Tim IKL

Selain itu, tim teknisi IPAL juga mengatasi masalah teknis yang muncul, seperti penyumbatan flowmeter dan saluran sumpith yang sering disebabkan oleh benda-benda yang tidak semestinya masuk ke sistem, seperti rambut, kasa pembalut, dan popok yang dibuang sembarangan. Benda-benda ini dapat menyumbat aliran air, mengganggu kinerja alat, dan memerlukan waktu serta tenaga ekstra untuk membersihkannya. Teknisi harus melakukan inspeksi menyeluruh dan membersihkan saluran yang tersumbat untuk memastikan bahwa sistem dapat kembali berfungsi normal. Selain itu, mereka juga melakukan edukasi kepada staf rumah sakit dan pasien tentang pentingnya membuang limbah dengan benar untuk mencegah masalah serupa di masa mendatang. Hal ini tidak hanya membantu menjaga kelancaran operasional IPAL, tetapi juga berkontribusi pada upaya perlindungan lingkungan yang lebih luas.

Pemeliharaan sistem IPAL di RSUD NTB melibatkan berbagai aktivitas rutin yang dilaksanakan oleh Tim IKL dan *Cleaning Service* untuk menjaga kinerja optimal sistem pengolahan air limbah. Setiap minggu, Tim IKL melakukan pembuangan lumpur dengan membuka stop kran dan menambahkan kaporit pada IPAL. Setiap hari, tim ini juga memonitor flow meter untuk memastikan tidak ada penyumbatan, serta memantau bak ekualisasi, blower isapan, panel blower, dan mesin inlet serta outlet untuk memastikan semua berjalan dengan lancar. Selain itu, *Cleaning Service* bertugas membersihkan PTB Gizi atau *grease trap* setiap hari untuk mencegah penumpukan lemak dan kotoran yang dapat menghambat aliran limbah. Penggantian dan pembersihan media bakteri dilakukan setiap tiga bulan sekali oleh Tim IKL, bersamaan dengan penggantian oli dan dinamo blower. Bak indikator dan bak chlorin juga dikuras setiap bulan untuk menjaga kebersihan dan efektivitas pengolahan air limbah.

Pengurasan endapan dalam sistem pengolahan dilakukan sekali dalam setahun untuk menghilangkan akumulasi kotoran yang dapat mengurangi efisiensi sistem. Dengan pemeliharaan yang teratur dan terstruktur ini, RSUDP NTB memastikan bahwa sistem IPAL beroperasi secara efisien dan sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku, sehingga mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan masyarakat sekitar.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil kegiatan harian dalam pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di RSUDP Nusa Tenggara Barat menunjukkan bahwa pengelolaan IPAL di rumah sakit ini melibatkan pemantauan dan pemeliharaan rutin untuk memastikan proses pengolahan air limbah berjalan dengan baik. Namun, terdapat tantangan yang perlu diatasi, seperti penyumbatan pipa dan masalah pada flow meter yang sering terjadi. Evaluasi menyeluruh terhadap sistem IPAL juga mengindikasikan perlunya perbaikan, termasuk peningkatan suplai oksigen di biofilter dan pemeliharaan rutin yang lebih ketat, agar efisiensi dan keandalan pengolahan air limbah di RSUDP NTB dapat meningkat.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua penulis yang telah berkontribusi dan terlibat dalam riset serta publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R.M. and Richard Bartha, 1998, Microbial Ecology, Fundamentals and Applications, Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California, p.66-67, 179-181, 477, 506
- Dr.Hj.Mu'ah. (2014). Kualitas Layanan Rumah Sakit Terhadap Emosi dan Kepuasan Pasien. Publisher: Zifatama
- Metcalf dan Eddy, (2004), Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, McGraw-Hill Inc. New York.
- Ningrum, P. T., & Khalista, N. N. (2017). Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 10(2).
- Said, Nusa Idaman, Dan Widayat, Wahyu. (2013). Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob. Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, <http://kelair.bppt.go.id>.
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2015). Pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1).
- Sari, N. M., Herniwanti, H., & Nofiyadi, N. (2024). EVALUASI PENGELOLAAN LIMBAH CAIR DI RUMAH SAKIT MESRA. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(1), 1903-1909.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1).