

Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUD dr. Soedono Madiun

Tyas Ratri Larasati dan Bowo Djoko Marsono
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: bowodjok@enviro.its.ac.id

Abstrak—Rumah sakit sebagai salah satu sarana pelayanan kesehatan utama dalam pelaksanaan kegiatannya menghasilkan limbah. RSUD dr. Soedono Madiun memiliki IPAL berteknologi *Hospital Wastewater Treatment Plant* (HWWTP) yang dibangun pada tahun 2004. IPAL ini memiliki daya tampung sebesar 200 m³/hari. Rata-rata volume air limbah yang dihasilkan dari kegiatan di RSUD dr. Soedono Madiun sebesar 100 – 147 m³/hari. Hasil evaluasi ini menunjukkan RSUD dr. Soedono Madiun efluen kualitas air limbah memenuhi baku mutu kecuali pada parameter PO₄. Nilai parameter PO₄ pada efluen sebesar 7,86 mg/L sedangkan baku mutu yaitu Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 nilai maksimum sebesar 2 mg/L. Debit air limbah untuk saat ini masih memenuhi kapasitas IPAL tetapi untuk proyeksi kedepannya pada saat BOR (*Bed Occupancy Ratio*) eksisting dan BOR (*Bed Occupancy Ratio*) maksimum debit air limbah sudah melebihi kapasitas dari IPAL. Desain bangunan IPAL RSUD dr. Soedono Madiun beberapa unit belum memenuhi kriteria desain seperti unit *grease trap*, bak kontrol, bak ekualisasi dan FBBR. Untuk pengelolaan manajemen dan sumber daya manusia sudah cukup baik. Rekomendasi yang bisa diberikan adalah melakukan redesain pada beberapa bangunan unit IPAL, menggunakan detergen yang ramah lingkungan dan pembersihan serta pemantauan dengan lebih teratur pada bangunan IPAL.

Kata Kunci—Air Limbah Rumah Sakit, IPAL Rumah Sakit, Kota Madiun.

I. PENDAHULUAN

RUMAH sakit berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 47 tahun 2021 merupakan institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan dan gawat darurat. Sebagai salah satu sarana pelayanan kesehatan utama, rumah sakit dalam pelaksanaan kegiatannya menghasilkan dan menjadi sumber penyumbang limbah [1]. Dalam skala nasional produksi limbah cair yang dihasilkan oleh rumah sakit sebesar 48.985,7 ton/hari [2].

Limbah cair yang dihasilkan oleh rumah sakit di Indonesia memiliki jumlah produksi yang besar dan beberapa berbahaya bagi kesehatan serta berdampak pada lingkungan. Terdapat 53,4% rumah sakit di Indonesia yang melaksanakan pengolahan limbah cair dan sebanyak 57,5 % rumah sakit melakukan pemeriksaan kualitas limbah cair yang dihasilkan [1].

Air limbah rumah sakit digolongkan menjadi air limbah klinis dan air limbah non klinis berdasarkan kandungan polutan. Air limbah klinis sendiri berasal dari kegiatan medis dan mengandung logam berat, bahan toksik dan infeksius. Untuk air limbah non klinis berasal dari kegiatan domestik dan mengandung polutan organik. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) bertujuan untuk menangani dampak negatif yang ditimbulkan oleh pencemaran air limbah hasil kegiatan di rumah sakit. IPAL memiliki fungsi untuk memperbaiki

Tabel 1.
Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit

Parameter	Satuan	Kandungan Maksimum
Suhu	°C	30
pH	-	6 – 9
BOD ₅	mg/L	30
COD	mg/L	80
TSS	mg/L	30
NH ₃ -N Bebas	mg/L	0,1
PO ₄	mg/L	2
MPN-Kuman	-	10.000
Golongan Koli/100 ml		

mutu air limbah sesuai dengan standar yang berlaku. RSUD dr. Soedono Madiun adalah rumah sakit umum daerah kelas B dan rumah sakit pendidikan pendidikan milik Pemerintah Provinsi Jawa Timur serta merupakan rumah sakit rujukan regional. Rumah sakit ini memiliki IPAL berteknologi *Hospital Wastewater Treatment Plant* (HWWTP) yang dibangun pada tahun 2004. IPAL ini memiliki daya tampung sebesar 200 m³/hari.

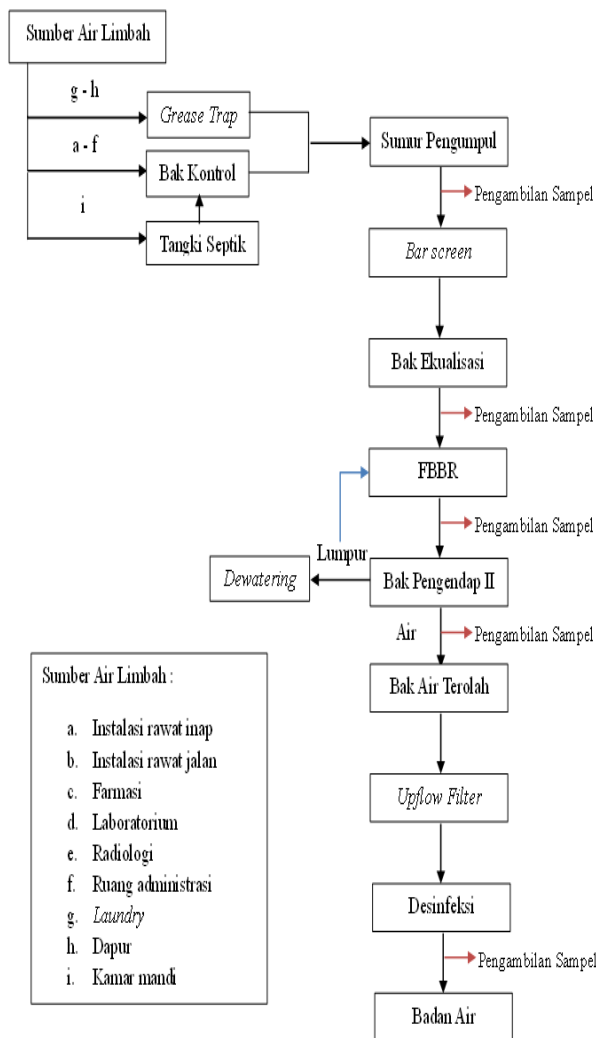
Volume air limbah yang dihasilkan dari kegiatan di RSUD dr. Soedono Madiun sebesar 100 – 147 m³/hari. Sumber air limbah di RSUD dr. Soedono Madiun berasal dari instalasi rawat inap, instalasi rawat jalan, farmasi, laboratorium, limbah radiologi, tempat pencucian linen, ruang administrasi, kamar mandi, dapur dan *laundry*.

A. Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit

Karakteristik air limbah rumah sakit terbagi menjadi karakteristik kimia, karakteristik fisika dan karakteristik biologi. Karakteristik kimia meliputi *total suspended solid* (TSS) atau bisa disebut bahan padat tersuspensi merupakan bahan padat yang dihilangkan dengan penyaringan dan Suhu yang pada air limbah biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan air minum.

Hal tersebut disebabkan oleh penambahan dari kegiatan domestik dan kegiatan industri. Karakteristik kimia meliputi *Biochemical oxygen demand* (BOD), *Chemical oxygen demand* (COD), Amonia, Fosfat, pH dan *Dissolved oxygen* (DO). *Biochemical oxygen demand* (BOD) merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang dapat didegradasi. *Chemical oxygen demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air limbah secara kimiawi. Amonia pada air limbah berbentuk : amonia, gas nitrogen, ion nitrit dan ion nitrat.

Fosfor dalam air limbah memiliki bentuk utama yaitu fosfor organik, orthofosfat (H₂PO₄⁻¹, HPO₄⁻², PO₄⁻³) dan polifosfat [3]. pH pada air limbah untuk ukuran keasaman (*acidity*) atau *alkalinity* pada air limbah. *Dissolved oxygen* (DO) pada pengelolaan air limbah sebelum proses adalah memelihara kandungan oksigen yang terlarut dan cukup



- Sumber Air Limbah :
- a. Instalasi rawat inap
 - b. Instalasi rawat jalan
 - c. Farmasi
 - d. Laboratorium
 - e. Radiologi
 - f. Ruang administrasi
 - g. Laundry
 - h. Dapur
 - i. Kamar mandi

Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan air limbah dan lokasi pengambilan sampel air.

untuk mencegah terjadinya kondisi anaerobik. Karakteristik biologi pada air limbah diperlukan untuk mengontrol penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen.

Penyakit yang disebabkan oleh zat organik dan organisme lain terjadi saat dekomposisi dan stabilisasi zat organik dan transformasi campuran bahan anorganik. RSUD dr. Soedono Madiun merupakan rumah sakit umum milik pemerintah Provinsi Jawa Timur sehingga dalam menentukan kualitas air limbah yang dihasilkan mengikuti Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya (Tabel 1).

B. Proses Pengolahan Air Limbah Rumah sakit

Pengolahan air limbah rumah sakit terbagi menjadi karakteristik kimia, karakteristik fisika dan karakteristik biologi. Pengolahan fisik adalah partikel yang dihilangkan atau dikurangi konsentrasinya. Pada proses pengolahan ini adalah partikel tersuspensi dimana partikel tersebut memiliki ukuran yang besar dan dapat membentuk flok-flok. Pengolahan kimia adalah penambahan zat ke dalam air limbah dengan tujuan menghilangkan zat tertentu yang terkandung pada air limbah tersebut.

Pengolahan biologi dilakukan bertujuan untuk mengubah partikulat yang larut atau *biodegradable* menjadi bentuk

Tabel 2. Debit Air Limbah Pada Perencanaan Kedepan

Sumber Air	BOR 59%	BOR 100%
Rawat Inap	117 m ³ /hari	199,6 m ³ /hari
Rawat Jalan	0,4 m ³ /hari	0,4 m ³ /hari
Keluarga Pasien	37,6 m ³ /hari	63,8 m ³ /hari
Pegawai Rumah Sakit	35,8 m ³ /hari	35,8 m ³ /hari
Dapur	7,7 m ³ /hari	13,12 m ³ /hari
Laundry	2,64 m ³ /hari	2,64 m ³ /hari

Tabel 3. Hasil Kualitas Air Limbah Rumah Sakit

Parameter	Satuan	Pergub Jatim	Influen	Efluen
Suhu	°C	30	29,9	29,1
pH	-	6 – 9	8,11	8,43
BOD ₅	mg/L	30	11	13
COD	mg/L	80	34,2	42,1
TSS	mg/L	30	74	15
NH ₃ -N Bebas	mg/L	0,1	0,13	0,001
PO ₄	mg/L	2	6,74	7,86
MPN-Kuman Golongan Koli/100 ml	-	10.000	7700	9450
DO	mg/L	-	3,9	3

Tabel 4. Hasil Kualitas Air Limbah di Beberapa Unit IPAL

Parameter	Satuan	Bak Ekualisasi	MBBR	Bak Endapan II
Suhu	°C	30	29,8	29,9
pH	-	7,81	8,01	7,96
BOD ₅	mg/L	10	14	15
COD	mg/L	33,5	41,5	44,2
TSS	mg/L	20	685	24
NH ₃ -N Bebas	mg/L	0,086	0,102	0,005
PO ₄	mg/L	6,27	8,34	2
MPN-Kuman Golongan Koli/100 ml	-	10.400	8500	8900
DO	mg/L	1,2	2,2	2,4

produk akhir yang dapat diterima, zat padat tersuspensi dan koloid menjadi flok atau biofilm, menghilangkan kandungan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor serta menghilangkan zat organik spesifik.

II. METODE PENELITIAN

A. Ruang Lingkup

Aspek yang dikaji adalah aspek teknis dan aspek non-teknis. Aspek teknis meliputi : perhitungan debit air limbah, analisis air limbah, perhitungan bangunan unit IPAL. Aspek non-teknis meliputi: sistem manajemen dan sumber daya manusia.

B. Pengumpulan Data Primer

Data primer meliputi : analisis kualitas air limbah influen dan efluen IPAL, analisis kualitas air limbah di beberapa unit IPAL, observasi kondisi eksisting IPAL, proses pengolahan air limbah dan wawancara.

C. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder meliputi: data debit IPAL, data analisis kualitas air limbah di influen dan efluen IPAL terbaru, data kapasitas IPAL, data proses pengolahan air limbah, dimensi unit bangunan IPAL, data operasi dan pemeliharaan IPAL (Gambar 1).

III. PEMBAHASAN

A. Debit Air Limbah Rumah Sakit

RSUD dr. Soedono Madiun memiliki jumlah tempat tidur sebanyak 369. *Bed Occupancy Ratio* (BOR) eksisting RSUD dr. Soedono Madiun 51,79% dan untuk *Bed Occupancy Ratio* (BOR) adalah 100%. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit untuk fasilitas sanitasi di rumah sakit, debit yang dihasilkan yaitu 500 L/Tempat Tidur/hari. Dengan asumsi air limbah 80% dari air bersih.

1) Debit Air Limbah Pasien Rawat Inap

Bed Occupancy Ratio (BOR) 51,79%:

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah tempat tidur} \times 51,79\% \times 500 \\ &\quad \text{L/TT/hari} \\ &= 369 \times 51,79\% \times 500 \text{ L/TT/hari} \\ &= 95,5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 95,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 76,4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Bed Occupancy Ratio (BOR) 100% :

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah tempat tidur} \times 100\% \times 500 \\ &\quad \text{L/TT/hari} \\ &= 369 \times 100\% \times 500 \text{ L/TT/hari} \\ &= 184,5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 184,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 147,6 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2) Debit Air Limbah Pasien Rawat Jalan :

Pemakaian air bersih pasien rawat jalan sebesar 8 L/tempat tidur/hari [4]. Berdasarkan Laporan Tahunan RSUD dr. Soedono Madiun tahun 2021 jumlah pasien rawat jalan sebanyak 22.984 orang selama setahun.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pasien/hari} &= \text{Jumlah pasien/thn} : \text{Jumlah hari/thn} \\ &= 22.984 \text{ orang} : 365 \text{ hari} \\ &= 62,9 \text{ orang/hari} \approx 63 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah pasien} \times \text{Kebutuhan air} \\ &= 63 \times 8 \text{ L/tempat tidur/hari} \\ &= 0,504 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 0,504 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 0,4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3) Debit Air Limbah

Pemakaian air bersih keluarga pasien sebesar 160 L/tempat tidur/hari [4]. Untuk jumlah keluarga pasien berjumlah satu orang setiap pasien berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh RSUD dr. Soedono Madiun.

Bed Occupancy Ratio (BOR) 51,79%

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah tempat tidur} \times 51,79\% \times 160 \\ &\quad \text{L/TT/hari} \\ &= 369 \times 51,79\% \times 160 \text{ L/TT/hari} \\ &= 30,5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 30,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 24,4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Bed Occupancy Ratio (BOR) 100%

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah tempat tidur} \times 100\% \times 160 \\ &\quad \text{L/TT/hari} \\ &= 369 \times 100\% \times 160 \text{ L/TT/hari} \end{aligned}$$

$$= 59,04 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 59,04 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 47,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4) Debit Air Limbah Pegawai Rumah Sakit

Pemakaian air bersih pegawai rumah sakit sebesar 120 L/tempat tidur/hari [4]. Jumlah pegawai di RSUD dr. Soedono Madiun Tahun 2023 adalah sebanyak 1120 orang yang terbagi menjadi tiga *shift*. Dengan asumsi 25% dari total jumlah pegawai yang bekerja setiap harinya.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pegawai} &= \text{Jumlah total pegawai} \times 25\% \\ &= 1120 \text{ orang} \times 25\% \\ &= 280 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jumlah pegawai} \times \text{Kebutuhan air} \\ &= 280 \times 120 \text{ L/tempat tidur/hari} \\ &= 44,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 44,8 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 35,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

5) Debit Air Limbah Dapur Rumah Sakit

Berdasarkan Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya tahun 2017, debit air limbah yang dihasilkan satu piring saji adalah 11 L/piring/saji. Dengan asumsi adalah 3 (tiga) piring saji per pasien.

$$\begin{aligned} Q_{\text{perpasien}} &= 11 \text{ L/unit/hari} \times 3 \text{ piring saji} \\ &= 33 \text{ L/unit/hari} \end{aligned}$$

Bed Occupancy Ratio (BOR) 51,79%

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jml tmp tidur} \times 51,79\% \times 33 \text{ L/TT/hari} \\ &= 369 \times 51,79\% \times 33 \text{ L/TT/hari} \\ &= 6,3 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 6,3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 5,04 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Bed Occupancy Ratio (BOR) 100%

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} &= \text{Jml tempat tidur} \times 100\% \times 33 \text{ L/TT/hari} \\ &= 369 \times 100\% \times 33 \text{ L/TT/hari} \\ &= 12,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= Q_{\text{air bersih}} \times 80\% \\ &= 12,1 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 9,68 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

6) Debit Air Limbah Laundry Rumah Sakit

Debit air limbah laundry rumah sakit, di antaranya sebagai berikut:

$$\text{Jumlah unit} = 4 \text{ unit}$$

$$\text{Kapasitas mesin} = 0,07 \text{ m}^3 (2 \text{ unit}), 0,03 \text{ m}^3 (1 \text{ unit}), 0,05 \text{ m}^3 (1 \text{ unit})$$

$$\text{Frekuensi pencucian} = 15 \text{ kali/hari}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} (0,07 \text{ m}^3) &= \text{Kapasitas mesin} \times \text{jumlah unit} \times \\ &\quad \text{frekuensi pencucian} \\ &= 0,07 \text{ m}^3 \times 2 \text{ unit} \times 15 \text{ kali/hari} \\ &= 2,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} (0,03 \text{ m}^3) &= \text{Kapasitas mesin} \times \text{jumlah unit} \times \\ &\quad \text{frekuensi pencucian} \\ &= 0,03 \text{ m}^3 \times 1 \text{ unit} \times 15 \text{ kali/hari} \\ &= 0,45 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air bersih}} (0,05 \text{ m}^3) &= \text{Kapasitas mesin} \times \text{jumlah unit} \times \\ &\quad \text{frekuensi pencucian} \\ &= 0,05 \text{ m}^3 \times 1 \text{ unit} \times 15 \text{ kali/hari} \\ &= 0,75 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Total kebutuhan air} = 2,1 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,45 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,75$$

$$\begin{aligned}
 & \text{m}^3/\text{hari} = 3,3 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 Q \text{ air limbah} & = 3,3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\
 & = 2,64 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

7) Debit Total Air Limbah

Total debit air limbah yang masuk dari pasien rawat inap, rawat jalan, keluarga pasien, pegawai rumah sakit, restoran dan laundry dengan rincian perhitungan sebagai berikut: $Q_{\text{Total}} = Q_{\text{pasien rawat inap}} + Q_{\text{pasien rawat jalan}} + Q_{\text{keluarga pasien}} + Q_{\text{pegawai rumah sakit}} + Q_{\text{restoran}} + Q_{\text{laundry}}$.

$$\begin{aligned}
 \text{Bed Occupancy Ratio (BOR) } 51,79\% \\
 Q \text{ air limbah} & = 76,4 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,4 \text{ m}^3/\text{hari} + 24,4 \\
 & \text{m}^3/\text{hari} + 35,8 \text{ m}^3/\text{hari} + 5,04 \text{ m}^3/\text{hari} + \\
 & 2,64 \text{ m}^3/\text{hari} = 144,68 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bed Occupancy Ratio (BOR) } 100\% \\
 Q \text{ air limbah} & = 147,6 \text{ m}^3/\text{hari} + 0,4 \text{ m}^3/\text{hari} + 47,2 \\
 & \text{m}^3/\text{hari} + 35,8 \text{ m}^3/\text{hari} + 9,68 \text{ m}^3/\text{hari} + \\
 & 2,64 \text{ m}^3/\text{hari} = 243,32 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Menurut hasil perhitungan dari debit air limbah untuk kondisi *Bed Occupancy Ratio* (BOR) sebesar 51,79% masih memenuhi dari kapasitas pengolahan IPAL. Sedangkan untuk kondisi debit air limbah dengan *Bed Occupancy Ratio* (BOR) sebesar 100% sudah melebihi kapasitas IPAL sebesar 200 m³/hari. Pengembangan Pelayanan RSUD dr. Soedono Madiun tahun 2022 – 2024 dijelaskan bahwa akan dibangun Instalasi Rawat Inap sebanyak 4 (empat) lantai. Jumlah tempat tidur pada RSUD dr. Soedono Madiun bertambah menjadi 499 tempat tidur. Penambahan nilai *Bed Occupancy Ratio* sebanyak 7% juga terjadi jika dilihat berdasarkan tahun sebelumnya. Sehingga BOR bernilai 59% untuk eksisting (Tabel 2).

Total debit air limbah ketika *Bed Occupancy Ratio* (BOR) 59% sebesar 201,8 m³/hari. Sedangkan untuk debit air limbah pada saat *Bed Occupancy Ratio* (BOR) 100% adalah 315,36 m³/hari. Debit air limbah pada perencanaan kedepan pada BOR 59% dan 100% sudah melebihi kapasitas IPAL sebesar 200 m³/hari.

B. Kualitas Air Limbah Rumah Sakit

Hasil uji karakteristik air limbah RSUD dr. Soedono Madiun dengan parameter sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur no. 72 Tahun 2013 yaitu suhu, TSS, pH, BOD₅, COD, NH₃-N bebas, PO₄, Total coliform pada Tabel 3.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa keseluruhan parameter yang diukur pada outlet IPAL berada dibawah baku mutu Pergub Jatim no 72 tahun 2013 kecuali parameter PO₄ yang melebihi baku mutu. Nilai parameter PO₄ pada outlet IPAL sebesar 7,86 mg/L sedangkan batas maksimum parameter PO₄ adalah 2 mg/L (Tabel 4).

Parameter suhu pada setiap unit sudah memenuhi Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 30°C. Setiap hari dilakukan pengecekan untuk suhu di effluen oleh petugas. Parameter TSS pada air limbah yang berdasarkan hasil pengujian sudah memenuhi baku mutu Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 30 mg/L. Dapat dilihat bahwa pada unit FBBR terjadi kenaikan yang cukup besar dari hasil TSS. Jumlah kandungan TSS pada unit FBBR sendiri 685 mg/L.

Hal ini disebabkan oleh kandungan padatan tersuspensi yang tinggi menjadi penyebab kekeruhan dan warna pada air

limbah. Padatan tersuspensi sendiri dapat berupa tanah erosi, lumpur dan tanah liat [5]. Padatan tersuspensi yang terkandung pada air limbah di RSUD dr. Soedono Madiun biasanya adalah lumpur. Lumpur ini berasal dari pengendapan yang terjadi di bak pengendap II. Sebagian lumpur akan masuk kedalam proses dewatering dan sebagian lagi akan diberikan pada bak FBBR untuk mikroorganisme. Pengecekan dilakukan pada pagi dan siang hari. Parameter pH sendiri sudah memenuhi baku mutu Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 6 – 9.

Setiap hari dilakukan pengecekan untuk pH di effluen oleh petugas. Pengecekan dilakukan pada pagi dan siang hari. Parameter BOD₅ sudah memenuhi Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 30 mg/L. Untuk parameter bisa dilihat pada unit FBBR nilai parameter BOD₅ dan COD mengalami kenaikan. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pada unit FBBR adalah *organic loading rate*. *Organic loading rate* sendiri merupakan kadar organik polutan. Mikroorganisme yang hidup pada air limbah akan tumbuh dan melekat pada media (*biogreen*) dan membentuk lapisan biomassa pada media tersebut.

Jumlah media yang terdapat dalam reaktor tergantung pada kualitas dan kuantitas air limbah yang akan diolah. *Maximum filling* dari media pada unit FBBR adalah ± 70% [6]. Sedangkan jumlah media yang ada pada unit FBBR di RSUD dr. Soedono hanya 27% dari volume unit. Sehingga mikroorganisme yang melekat pada media tidak bisa mengoksidasi senyawa yang terkandung dalam air limbah secara maksimal. Parameter COD juga sudah memenuhi Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 80 mg/L. Sama seperti parameter BOD₅, parameter COD mengalami kenaikan pada unit FBBR. Penyisihan COD terjadi dikarenakan mikroorganisme yang hidup pada unit FBBR akan mengurai zat organik pada air limbah. Udara yang diinjeksikan melalui blower menciptakan suasana aerobik sehingga mikroorganisme dapat mereduksi zat organik [5].

Dikarenakan jumlah media yang kurang menyebabkan mikroorganisme tidak dapat bekerja dengan optimal. Tetapi nilai parameter BOD₅ dan COD masih berada di dalam batas normal dikarenakan tidak melebihi baku mutu yang ada dalam Pergub Jatim no 72 tahun 2013. Parameter NH₃-N bebas juga sudah memenuhi Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 0,1 mg/L. Kadar amonia yang tinggi dalam air mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik [7]. Unit FBBR terjadi proses aerobik. Proses nitrifikasi sendiri merupakan perubahan amonium menjadi nitrat dengan melibatkan mikroorganisme dalam kondisi aerobik. Dikarenakan mikroorganisme pada unit MBBR yang belum bekerja optimal dapat menyebabkan kenaikan kadar NH₃-N bebas pada unit FBBR. Tetapi nilai parameter NH₃-N bebas masih berada di dalam batas normal dikarenakan tidak melebihi baku mutu yang ada dalam Pergub Jatim no 72 tahun 2013. Nilai parameter PO₄ merupakan nilai parameter dari air limbah RSUD dr. Soedono Madiun yang melebihi baku mutu Pergub Jatim no 72 tahun 2013.

Kandungan PO₄ yang tinggi diakibatkan oleh banyaknya kandungan deterjen yang berasal dari limbah laundry. Unit laundry pada RSUD dr. Soedono Madiun menggunakan deterjen yang berbahan kimia. Deterjen tersebut mengandung

sodium tripolifosfat. Sodium tripolifosfat merupakan salah satu komponen penyusun utama pada deterjen. Sodium tripolifosfat memiliki sifat yang sangat sulit terdegradasi secara alamiah [8]. Sodium tripolifosfat juga memiliki fungsi sebagai *builder* untuk menonaktifkan mineral kesadahan pada air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal [9]. Air yang berasal dari *laundry* mengandung beberapa bahan kimia seperti PO_4 (70-80%), surfaktan (20-30%), amonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demands*), dan COD (*Chemical Oxygen Demands*) [10].

Terjadi kenaikan nilai pada parameter PO_4 . Hal ini dikarenakan media *biofilm* yang sedikit jumlahnya sehingga mikroorganisme tidak dapat bekerja secara optimal dalam menghilangkan pencemar dalam air limbah. Parameter *total coliform* sudah memenuhi Pergub Jatim no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum sebesar 10.000 MPN/100 ml. Jumlah total coliform mengalami kenaikan pada unit bak ekualisasi menjadi 10.400 MPN/100 ml. Parameter *total coliform* yang termasuk dalam parameter biologi digunakan untuk mengetahui keberadaan bakteri, virus dan parasit dalam air. Nilai parameter total coliform yang tinggi mengindikasikan adanya pencemaran patogen infeksius yang dapat menyebar melalui air yang disini merupakan air limbah rumah sakit [11].

Tetapi pada unit selanjutnya yaitu unit FBBR nilai parameter total coliform mengalami penurunan menjadi 8500 MPN/100 ml. Untuk parameter DO yang merupakan parameter tambahan pada influen dan effluen memiliki nilai sebesar 3,9 mg/L dan 3 mg/L. DO menjadi salah satu faktor berlangsungnya proses nitrifikasi. Optimumnya proses nitrifikasi dalam kondisi aerobik bisa terjadi dengan kandungan maksimum DO >2 mg/L. Pada hal ini kandungan DO pada unit FBBR belum sesuai karena hanya bernilai 2,2 mg/L. Sehingga proses nitrifikasi tidak berjalan secara optimal. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai efluen DO bisa dikategorikan air sungai kelas II. Kelas II sendiri menurut Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dapat diperuntukan prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan taman, atau peruntukan lainnya.

Nilai efisiensi pada beberapa parameter belum terjadi dan bisa dikatakan proses pengolahan air limbah belum berjalan dengan cukup baik. Proses biologis belum optimal dikarenakan nilai efisiensi penurunan kadar BOD_5 , COD dan PO_4 tidak terjadi. Tingkat biodegradabilitas pada suatu limbah dinyatakan dengan perbandingan antara nilai BOD dan COD. Air limbah yang tergolong biodegradabilitas tinggi memiliki rasio BOD/COD sekitar 0,65, sedangkan yang tergolong biodegradabilitas sedang memiliki rasio BOD/COD sekitar 0,32 dan yang tergolong biodegradable rendah memiliki rasio BOD/COD sekitar 0,16. Semakin tinggi tingkat biodegradabilitas maka mengindikasikan bahwa zat organik yang terkandung pada air limbah tersebut mampu terurai dengan baik oleh mikroorganisme sehingga unit MBBR sudah tepat dalam pengolahan air limbah [5]. Untuk rasio BOD/COD pada air limbah RSUD dr. Soedono Madiun sebesar 0,32 dan tergolong memiliki biodegradabilitas yang sedang. Efisiensi penyisihan dari BOD_5 dan COD tidak

terjadi. Pengolahan biologis yang kurang optimal bisa disebabkan oleh pengerukan lumpur yang tidak dilakukan secara berkala. Hal tersebut dapat menyebabkan penumpukan pada lumpur sehingga mengganggu proses yang terjadi pada unit pengolahan biologis. Dari penumpukan lumpur tersebut akan meningkatkan kebutuhan oksigen pada ier limbah dikarenakan lumpur yang terdapat pada air limbah menggunakan oksigen untuk melakukan metabolisme.

C. Unit Bangunan IPAL

Unit bangunan IPAL meliputi:

1) Grease Trap

Grease trap atau bak penangkap lemak memiliki fungsi untuk mencegah penyumbatan akibat masuknya minyak dan lemak ke dalam pipa. Kriteria desain: kecepatan = 2–6 m/jam, waktu detensi = 5–20 menit. Kondisi eksisting:

BOR 51,79%

- Kecepatan = 0,36 m/jam (Tidak sesuai)
- Waktu detensi = 506,25 menit (Tidak sesuai)

BOR 51,79% :

- Kecepatan = 0,57 m/jam (Tidak sesuai)
- Waktu detensi = 315,58 menit (Tidak sesuai)

2) Bak Kontrol

Bak kontrol berfungsi sebagai prasarana untuk menahan sampah atau benda yang dapat menyumbat pipa pengumpulan air limbah. Kriteria desain:

- Panjang = 0,5 m
- Lebar = 0,5
- Kedalaman = 0,4 – 0,6 m

Kondisi Eksisting

- Panjang = 1,1 m (Tidak sesuai)
- Lebar = 0,5 m (Tidak sesuai)
- Kedalaman = 3 m (Tidak sesuai)

3) Tangki Septik

Tangki septik merupakan suatu ruangan kedap air yang terdiri dari satu atau beberapa kompartemen yang berfungsi menampung dan mengolah air limbah dengan kecepatan aliran lambat sehingga memberi kesempatan untuk terjadi proses pengendapan terhadap suspensi benda-benda padat. Serta terjadi proses penguraian bahan-bahan organik oleh jasad anaerobik yang kemudian membentuk bahan-bahan larut air dan gas. Kriteria desain :

- Waktu detensi = 2 – 3 hari
- Periode pengurasan = 2 – 5 tahun

4) Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi menampung air limbah dari jaringan pengumpul air. Kriteria desain: waktu detensi = <10 menit.

Kondisi Eksisting :

- BOR 51,79% : Waktu detensi = 3,6 menit (Sesuai)
- BOR 100% : Waktu detensi = 2,1 menit (Sesuai)

5) Bar Screen

Bar screen berfungsi untuk mencegah masuknya sampah atau benda berukuran besar, seperti : Plastik, kertas atau daun. Unit saringan sampah berupa jaringan kawat atau plat berlubang.

6) Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi memiliki fungsi sebagai ruang pengumpul air limbah dan selanjutnya dilakukan proses pengadukan

dengan *blower* sebelum air dialirkan ke unit selanjutnya [12].

Kriteria desain:

- a. Waktu detensi = 4 – 8 jam
- b. Kedalaman = <4 m

Kondisi eksisting:

BOR 51,79%:

- a. Waktu detensi = 0,7 jam (Tidak sesuai)
- b. Kedalaman = 4,64 m (Tidak sesuai)

BOR 100%:

- a. Waktu detensi = 0,4 jam (Tidak sesuai)
- b. Kedalaman = 4,64 m (Tidak sesuai)

7) *Fluidized Bed Biofilm Reactor (FBBR)*

FBBR aerobik melibatkan perangkat transfer oksigen eksternal, fluidisasi *bed*, dan penghilangan padatan untuk kontrol biofilm. Ketebalan biofilm media mempengaruhi laju reaksi dan dapat dikontrol serta dioptimalkan dengan pemilihan konsentrasi komposit biopartikel berdasarkan volume media pendukung dan tingkat ekspansi bed. Ekspansi bed biasanya berkisar antara 50% - 100%. Tingkat ekspansi yang lebih rendah memungkinkan kecepatan aliran ke atas yang lebih rendah dan membutuhkan lebih sedikit energi, tetapi memiliki kebutuhan oksigen volumetrik yang lebih tinggi karena peningkatan konsentrasi biomassa. Kriteria desain: Aerobik HRT = 1–4 jam, Luas permukaan media = 500 – 1200 m²/m³, NH₄ SALR = 0,45 – 1 g/m²/hari.

Kondisi Eksisting:

BOR 51,79%:

- a. Aerobik HRT = 37,63 jam (Tidak sesuai)
- b. Luas permukaan media = 600 m²/m³ (Sesuai)
- c. NH₄ SALR = 1 g/m²/hari (Sesuai)

BOR 100% :

- a. Aerobik HRT = 22,37 jam (Tidak sesuai)
- b. Luas permukaan media = 600 m²/m³ (Sesuai)
- c. NH₄ SALR = 1 g/m²/hari (Sesuai)

8) *Bak Pengendap II*

Bak pengendapan II memiliki fungsi sebagai tempat terjadinya pengendapan material flokulan (hasil proses flokulasi atau proses sintesa oleh bakteri). Kriteria desain: kedalaman = 3 – 5 m, waktu detensi = 1 – 3 jam, OFR = 1,3 – 1,9 m³/m².jam.

Kondisi eksisting :

BOR 51,79% :

- a. Kedalaman = 3,7 m (Sesuai)
- b. Waktu detensi = 2,5 jam (Sesuai)
- c. OFR = 1,49 m³/m².jam (Sesuai)

BOR 100% :

- a. Kedalaman = 3,7 m (Sesuai)
- b. Waktu detensi = 1,5 jam (Sesuai)
- c. OFR = 1,5 m³/m².jam (Sesuai)

9) *Bak Air Terolah (Treated Water Bassin)*

Bak air terolah berfungsi sebagai penyimpanan sementara air yang telah melalui proses pemisahan dari lumpur.

10) *Upflow Filter*

Proses penyaringan dengan sistem *up flow* adalah sistem pengolahan limbah cair yang mengalirkan air limbah melewati media penyaring dengan arah aliran dari bawah menuju atas.

11) *Desinfeksi*

Proses desinfeksi bertujuan untuk mengurangi atau

membunuh mikroorganisme patogen yang ada di dalam air limbah.

12) *Dewatering*

Proses *dewatering* bertujuan untuk mengurangi kadar kelembaban lumpur dan memudahkan pembuangan lumpur. Proses pengeringan lumpur ini menggunakan *filter press*. *Filter press* sebagai alat pengolahan lumpur dengan memberikan tekanan pada lumpur antara lempengan filter (*filter plate*).

13) *Bak Efluen*

Air limbah yang telah diolah dibuang di saluran kota yang merupakan tujuan akhir dari rangkaian proses pengolahan air limbah RSUD dr. Soedono Madiun. Bak efluen juga diberikan tablet kaporit setiap dua kali dalam seminggu.

D. *Aspek Non-Teknis*

IPAL RSUD dr. Soedono Madiun berada dibawah tanggung jawab unit Instalasi Penyehatan Lingkungan (IPL) yang ada di rumah sakit tersebut. Lingkup kerja dari IPL yaitu salah satunya adalah penanganan air bersih dan air kotor. Untuk operasional sendiri yaitu salah satunya adalah melaksanakan penanganan limbah padat dan cair. Selain itu melaksanakan pemeriksaan kualitas kesehatan lingkungan rumah sakit. Alur kegiatan pelayanan IPL pada pengelolaan limbah cair RSUD dr. Soedono Madiun adalah menjaga kelangsungan proses pengelolaan limbah cair dari sumber air limbah dan semua buangan cairan dari hasil kegiatan rumah sakit diolah di Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) sehingga hasil buangannya aman untuk dibuang ke badan air. Selain mengelola limbah cair, unit IPL juga melakukan pemeliharaan dan perbaikan jaringan air limbah. Unit IPL terdiri dari : Kepala IPL, Penanggungjawab pengelolaan limbah cair dan drainase, Penanggungjawab pengelolaan air bersih, Penanggungjawab pengelolaan limbah domestik dan limbah B3, Penanggung jawab pengendali mutu dan PVBP, Staf administrasi dan Staf pelaksana berjumlah sembilan orang. Memiliki dokumen SOP mengenai limbah cair dan alat-alat pada saluran limbah serta IPAL dan data terkait kualitas air limbah setiap bulan.

E. *Rekomendasi Perbaikan dan Pengembangan IPAL*

Rekomendasi perbaikan dan pengembangan IPAL meliputi:

- a. Pihak rumah sakit dianjurkan untuk melakukan redesain terkait IPAL yang sudah ada. Karena beberapa unit belum sesuai dengan kriteria desain. Dan dikarenakan kedepannya dengan pengembangan rumah sakit dan penambahan jumlah air limbah di sumber, hampir melebihi kapasitas IPAL.
- b. Tingginya nilai parameter PO₄ bisa dilakukan perbaikan dengan mengganti deterjen eksisting dengan deterjen yang mempunyai kadar PO₄ lebih rendah seperti deterjen ramah lingkungan.
- c. Membuat filtrasi sederhana pada saluran limbah *laundry* sebelum masuk ke IPAL
- d. Pengecekan juga dilakukan pada unit *pretreatment* dikarenakan tidak optimalnya dalam menurunkan kadar PO₄ yang berasal dari air limbah unit *laundry*.
- e. Pengerukan lumpur pada unit biologis yaitu FBBR harus dilakukan. Dikarenakan hal tersebut mengganggu proses

pengolahan biologis. Dikarenakan lumpur menggunakan oksigen yang terkandung di air untuk metabolisme.

- f. Pemantauan serta pembersihan terhadap lumpur di setiap unit terutama perlu dilakukan dengan lebih teratur lagi. Dikarenakan saat melihat kondisi eksisting terdapat banyak bocoran di beberapa wilayah dan juga terdapat lumpur yang mengapung pada unit bak pengendapan II.

IV. KESIMPULAN

Karakteristik efluen IPAL RSUD dr. Soedono Madiun sudah memenuhi baku mutu kecuali parameter PO_4 sebesar 7,86 mg/L yang melebihi baku mutu dari batas maksimum sebanyak 2 mg/L menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013. Secara keseluruhan bangunan desain IPAL RSUD dr. Soedono Madiun belum memenuhi saat kondisi eksisting *Bed Occupancy Ratio* (BOR) sebesar 51,79% dan *Bed Occupancy Ratio* (BOR) sebesar 100% seperti unit *grease trap*, bak kontrol, bak ekualisasi dan FBBR. Untuk unit sumur pengumpul dan bak pengendapan II sudah sesuai dengan kriteria desain. Secara pengelolaan dari RSUD dr. Soedono Madiun memiliki sistem manajemen yang baik. Administrasi yang berkaitan dengan pendataan IPAL juga lengkap mulai dari alat, SOP dan pengecekan kualitas air limbah. Rekomendasi pengembangan dan perbaikan IPAL yang bisa dilakukan yaitu melakukan redesain untuk unit yang memiliki ukuran belum memenuhi kriteria desain, mengganti deterjen eksisting dengan deterjen ramah lingkungan untuk menurunkan kadar fosfat, membuat filter sederhana pada saluran air limbah *laundry* dalam upaya mengurangi kadar fosfat dan melakukan Melakukan pengecekan terhadap unit IPAL dan pembersihan lumpur secara lebih berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. B. A. S. Preisi Goni, Isri R. Mangangka, "Evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit umum pusat Prof. dr. R. D. Kandou Manado," *Tekno*, vol. 19, no. 77, pp. 35–40, 2021.
- [2] L. Amelia, E. A. J. DM, and R. A. Surya, "Management waste in the public service area of the Southern Konawe Hospital," *Hig. J. Kesehatan. Lingkung.*, vol. 4, no. 3, pp. 131–137, 2018.
- [3] S. Ramadhanur and A. M. Sari, "Pengaruh konsentrasi khitosan dan waktu filtrasi membran khitosan terhadap penurunan kadar fosfat dalam limbah detergen," *J. Konversi*, vol. 4, no. 1, pp. 40–52, 2015, doi: 10.24853/konversi.4.1.%25p.
- [4] S. Suwardi, W. Ndibale, H. M. Kotta, I. Ilham, and A. Moch., "Perencanaan instalasi pengolahan limbah cair rumah sakit Aliyah 3 Kota Kendari," *J. Teluk Tek. Lingkung. UM Kendari*, vol. 1, no. 1, pp. 20–26, 2021, doi: 10.51454/teluk.v1i1.122.
- [5] N. I. Said and T. I. Santoso, "Penghilangan polutan organik dan padatan tersuspensi di dalam air limbah domestik dengan proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)," *J. Air Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 33–46, 2018, doi: 10.29122/jai.v8i1.2382.
- [6] H. A. Fikri, "Penurunan COD dan Fosfat pada Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)," Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, 2022.
- [7] D. S. Lestari, "Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah domestik (Studi kasus: Ipal domestik waduk, Jakarta)," *J. Sumber Daya Air*, vol. 16, no. 2, pp. 91–102, 2020, doi: 10.32679/jsda.v16i2.653.
- [8] Fitri Dewi, M. Faisal, and Mariana, "Efisiensi penyerapan fosfat limbah laundry menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatic forsk*) dan jeringau (*Acorus calamus*)," *J. Tek. Kim. Univ. Sumatera Utara*, vol. 4, no. 1, pp. 7–10, 2015, doi: 10.32734/jtk.v4i1.1452.
- [9] N. Hardyanti and S. S. Rahayu, "Fitoremediasi fosfat dengan pemanfaatan enceng gondok (*Eichhornia crassipes*): Studi kasus pada limbah cair industri kecil laundry," *J. PRESIPITASI*, vol. 2, no. 1, pp. 28–33, 2007.
- [10] S. C. Palilingan, M. Pungus, and F. Tumimomor, "Penggunaan kombinasi adsorben sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar fosfat dan amonia air limbah laundry," *Fuller. J. Chem.*, vol. 4, no. 2, p. 48, 2019, doi: 10.37033/fjc.v4i2.59.
- [11] I. Sulistiyawati, "Kuantitas total bakteri Coliform pada instalasi pengolahan limbah cair medis laboratorium klinik," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 19, no. 3, p. 675, 2019, doi: 10.33087/jiubj.v19i3.718.
- [12] L. Rawis and et all, "Analisis kinerja Instalansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di rumah sakit Bhayangkara tingkat III Manado," *Tekno*, vol. 20, no. 81, pp. 233–243, 2022.