

PRA RANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT TIPE C

Pre Design of Waste Water Treatment Installation in The Hospital of Type C

Nurmin Muuzi^{1*}, Djudsil Akrim¹, Muhammad Fikruddin¹, Jumadil¹, Andi Zulfikar Syaiful², Nani Anggraini¹⁻³

¹Environmental Engineering. Bosowa University, Makassar South Sulawesi, Indonesia

²Chemistry Engineering. Bosowa University, Makassar South Sulawesi, Indonesia

³Graduate Program in Environmental System, Graduate School of Environmental Engineering. The University of Kitakyushu, Kitakyushu 808-0135, Japan

*e-mail: nurmin_muuzi@gmail.com

Diterima: 12 Oktober 2023

Abstrak. Rumah Sakit pada umumnya menghasilkan limbah sehingga perlu dilakukan perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL meliputi unit-unit proses pengolahan serta gambar teknik pra rancangan IPAL. Metode penelitian yang digunakan berupa metode kuantitatif. Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari informasi yang peneliti terima langsung pada saat observasi lapangan dan hasil perancangan IPAL berupa desain. Data sekunder diperoleh dari dokumen yang terdiri dari artikel dan jurnal mengenai IPAL Rumah Sakit. Hasil penelitian untuk Rumah Sakit X diterapkan menggunakan sistem Biofilter Anaerob Aerob dengan kapasitas 603. Unit-unit yang diperlukan terdiri atas Bak Penampungan Awal, Bak Ekuialisasi, Bak Pengendapan Awal, Biofilter Anaerob, Biofilter Aerob dan Bak Pengendapan Akhir. Perancangan ini dapat menurunkan parameter BOD5 dan COD bahan pencemar sehingga sesuai baku mutu yang dipersyaratkan berdasarkan PermenLHK No.68/Menlhk-setjen/Kum.1/8/2016

Kata Kunci: Rumah Sakit, Air Limbah, IPAL, Biofilter Anaerob-Aerob.

Abstract. Hospitals generally produce waste so it is necessary to design a wastewater treatment plant (WWTP). IPAL includes processing units and pre-designed technical drawings of IPAL. The research method used is quantitative method. The data used are primary data and secondary data. Primary data is obtained from information that researchers receive directly during field observations and the results of IPAL design in the form design. Secondary data is obtained from documents consisting of articles and journals about hospital IPAL. The result of the research for the X hospital were determined using an aerobic anaerobic biofilter system with a capacity of 603. The units required consist of initial reservoirs, equalization basins initial settling basins, anaerobic biofilters, aerobic biofilters, and final settling basins. This design can reduce the BOD5 and COD parameters of pollutants so that they meet the required quality standards based on PermenLHK No.68/Menlhk-Setjen/Kumm.1/8/2016.

Keywords: Hospital, Wastewater, WWTP, aerobic anaerobic biofilter..



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

PENDAHULUAN

Kepmenkes RI No 1204 Tahun 2004 menyatakan bahwa Rumah Sakit adalah sarana pelayanan kesehatan, tempat berkumpulnya orang sakit maupun orang sehat, atau dapat menjadi tempat penularan penyakit serta memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan (Salman dkk., 2021).

Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan rawat inap jalan dan gawat darurat (Depkes RI, 2009). Menurut Djaja (2006), Rumah Sakit merupakan salah satu sarana pelayanan kesehatan dengan bidang preventif, kuratif, rehabilitatif maupun promotif sebagai upaya untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan masyarakat.

Setiap Rumah Sakit yang telah dibangun akan menghasilkan limbah. Upaya sanitasi Rumah sakit yang baik merupakan cara preventif untuk memutuskan mata rantai penularan penyakit. Salah satu kegiatan Rumah Sakit menyebabkan terjadinya pencemaran di lingkungan sekitar sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Purwanto., 2007).

Berdasarkan UU RI No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, suatu kegiatan diwajibkan untuk mengolah dan mengelola limbah hasil kegiatannya dalam rangka pelestarian fungsi lingkungan hidup dan limbah yang diolah dan dikelola tersebut wajib memenuhi standar baku mutu. Undang-undang ini dapat dijadikan dasar Rumah sakit untuk mengelola limbah yang dihasilkan sampai memenuhi baku mutu lingkungan hidup (Suwardi dkk., 2021).

Dengan adanya peraturan yang mengharuskan bahwa setiap Rumah Sakit harus mengolah air limbah sampai standar yang diizinkan, maka diperlukan teknologi pengolahan air limbah khususnya yang kualitas air olahannya baik dan memenuhi baku mutu, pengelolaannya mudah, biaya operasinya rendah, kebutuhan energi rendah, serta perawatannya mudah. Hal ini mengingat bahwa kendala yang paling banyak dijumpai yakni teknologi yang ada saat ini pengelolaannya cukup rumit serta biaya operasional masih cukup mahal, sedangkan di lain pihak kemampuan tenaga operator untuk mengoperasikan unit alat pengolah air limbah tersebut sangat terbatas sekali. Untuk mengatasi hal tersebut, pihak manajemen rumah sakit perlu memilih teknologi pengolahan limbah yang sesuai dengan kondisi maupun jumlah air limbah yang akan diolah, yang layak secara teknis, ekonomis dan memenuhi standar lingkungan.

Baku mutu air limbah domestik di Indonesia secara nasional mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 / Menlhk / Setjen / Kum.1 /8/2016. Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Beberapa kegiatan domestik tersebut antara lain rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, rumah makan, balai pertemuan, permukiman, industri, IPAL Kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Rumah Sakit X merupakan salah satu layanan kesehatan yang dijadikan tempat rujukan dari Puskesmas maupun Rumah Sakit lain yang berada di Kota X. Hal ini dikarenakan Rumah Sakit X memiliki fasilitas layanan medis, penunjang medis, asuhan keperawatan serta non medis. Segala Kegiatan yang ada di dalam Rumah Sakit menimbulkan dampak positif dan negatif terhadap kehidupan sekitar. Dampak positifnya adalah meningkatnya derajat kesehatan masyarakat, sedangkan dampak negatifnya antara lain adalah sampah dan limbah yang dapat menimbulkan penyakit dan pencemaran lingkungan.

Sebagai Rumah Sakit rujukan menyebabkan bertambahnya jumlah pasien dan kunjungan setiap harinya, limbah yang dihasilkan pun akan semakin meningkat dan terjadinya peningkatan kapasitas air buangan yang akan berpengaruh terhadap desain IPAL Rumah Sakit. Maka dari itu, perlu dilakukan penyesuaian terhadap pengolahan limbah cair terkait permasalahan peningkatan kapasitas air buangan agar tingkat efisiensi dan efektivitas kinerja unit pengolahan air limbah yang dibangun.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Karakteristik limbah cair yang terdapat pada Rumah Sakit X
2. Bagaimana merancang desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik air limbah yang terdapat pada Rumah Sakit X
2. Merancang desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit menggunakan sistem Biofilter Anaerob-Aerob

METODE PENELITIAN

Time and Location

Metode penelitian yang digunakan berupa metode kuantitatif. Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Untuk memperoleh data yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan peneliti, maka pengumpulan data disesuaikan dengan jenis data yang ingin didapatkan. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Adapun pengambilan data sesuai dengan jenis datanya adalah sebagai berikut:

1) Data primer

Data primer yang dibutuhkan jumlah tempat tidur, jumlah air yang diperlukan Rumah Sakit, debit air limbah yang dikeluarkan oleh Rumah Sakit, karakteristik air limbah, dan perancangan instalasi pengolahan air limbah.

2) Data sekunder merupakan data hasil yang telah ada dan berasal dari dokumen yang sudah ada. Data sekunder dalam penelitian ini adalah, dokumen yang terdiri dari artikel, jurnal, dokumen mengenai Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Rumah Sakit X.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat sebuah instalasi pengolahan air limbah dibutuhkan proses perancangan dengan beberapa tahapan-tahapan perhitungan data- data yang berupa angka yang telah berhasil dikumpulkan berdasarkan observasi lapangan, pengumpulan data dari pihak dan instansi terkait dan dari studi literatur yang telah dilakukan.

1. Karakteristik Air Limbah

Air limbah yang diambil untuk dianalisis di laboratorium diambil langsung dari effluent saluran pembuangan akhir yang telah di olah di Instalasi Pengolahan Air Limbah. Sampel dari air limbah kemudian dibawa ke Laboratorium untuk diuji karakteristik. Hasil dari uji laboratorium dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Laboratorium Karakteristik Air Limbah

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil
pH			
BOD	mg/L	30	10,8
COD	mg/L	100	32,1
TSS	mg/L	30	69
Minyak dan lemak	mg/L	5	0,155
Amoniak	mg/L	10	1,9
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000	3,2 x 10 m

Berdasarkan hasil uji laboratorium, maka hasil yang didapatkan terdapat parameter khususnya TSS yang tidak sesuai dengan standar baku mutu oleh karena perancangan IPAL Rumah Sakit tersebut masi menggunakan sistem konvensional sehingga beberapa parameter akan mengalami kenaikan kadar. Konsentrasi di outlet yang terkandung dalam air limbah

tergantung pada konsentrasi di inlet dan cuaca di lapangan. Masuknya padatan tersuspensi (TSS) ke dalam air dapat menimbulkan kekeruhan air, yang menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplaknton dan tumbuhan air lainnya, sehingga produktivitas primer perairan menurun (Fardiaz 1992).

2. *Disain Proses IPAL*

Secara umum disain proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dapat digambarkan sebagai berikut :

1) Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik yaitu air limbah pasien, air limbah karyawan, air limbah pengunjung seluruhnya dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak.

2) Bak pemisah lemak tersebut berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.

3) Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan ke bak ekualisasi (Sum Pit) yang berfungsi sebagai bak penampung limbah dan bak kontrol aliran. Air limbah di dalam bak ekualisasi selanjutnya dipompa ke unit IPAL.

4) 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.

5) 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. Jumlah bak kontaktor anaerob terdiri dari dua buah ruangan. 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. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

6) Air limbah dari bak kontaktor (biofilter) anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Di dalam bak kontaktor aerob ini diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme 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 mikro-organisme 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 di namakan Aerasi Kontak (Contact Aeration).

7) Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendap awal dengan pompa sirkulasi lumpur.

8) Sedangkan air limpasan (outlet/ over flow) sebagian dialirkan ke bak yang ditanami ikan, dan sebagian lagi dialirkan ke bak khlorinasi/kontaktor khlor. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh micro-organisme 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. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, padatan tersuspensi (TSS), phospat dan lainnya dapat juga turun secara signifikan

3. Disain Teknis IPAL

Adapun disain teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sesuai perhitungan bahwa unit tersebut dirancang untuk dapat mengolah air limbah sebesar 60 m³/hari. Dengan kapasitas desain yang direncanakan sebagai berikut :

Kapasitas IPAL	: 60 m ³ per hari
	: 2,08 m ³ per jam
COD air limbah maksimum	: 500 mg/l
BOD air limbah maksimum	: 300 mg/l
Konsentrasi SS	: 300 mg/l
Total efisiensi pengolahan	: 90-95%
BOD air olahan	: 30 mg/l
TSS air olahan	: 30 mg/l

a. Desain Bak Pemisah lemak:

Kapasitas pengolahan	: 43,92 m ³ per hari
	: 1,83 m ³ per jam
Kriteria perencanaan	: $Retention Time = \pm 30$ menit.
Volume bak yang diperlukan	$= \frac{30}{60 \times 24}$ hari x 43,92 m ³ / hari
	$= 0,91$ m ³ atau 910 liter

Dimensi Bak :

Panjang	: 2 m
Lebar	: 1 m
kedalam air	: 1,5 m
Ruang Bebas	: 0,5 m
Volume efektif	: 3 m ³
Konstruksi	: Biofilter septic tank
Tebal dinding fiber	: 0.5 cm

Chek :

$$Waktu\ Tinggal\ (Retention\ Time)\ (T) = \frac{2\ m \times 1\ m \times 1,5\ m}{43,92\ m^3/hari} \times 24\ jam/hari$$

$$T = 1,6\ Jam$$

b. Bak Ekualisasi

Waktu Tinggal di dalam Bak (HRT) = 5-8 Jam

Ditetapkan : Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi 8 jam.

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume bak yang diperlukan} &= \frac{8}{24} \text{ hari} \times 43,92 \text{ m}^3 / \text{hari} = \\ &= 14,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Bak:

Panjang bak	: 3 m
Lebar bak	: 2,5 m
Kedalaman bak	: 2 m
Tinggi Ruang Bebas	: 0,5 m
Konstruksi	: Biofilter Septic Tank
Tebal dinding	: 0,5cm

Chek waktu tinggal :

Waktu tinggal (*Retention Time*) (T)

$$\text{Volume efektif Aktual} = 2,5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 15 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{43,92 \text{ m}^3 / \text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$T = 8 \text{ jam}$$

c. Bak Pengendap Awal

Rumus yang digunakan adalah : $V = \pi r^2 t$

Debit Air Limbah : 43,92 m³/hari

BOD Masuk : 300 mg/l

Efisiensi : 25 %

BOD Keluar : 225 mg/l

COD Masuk : 500 mg/l

Efisiensi : 30%

COD Keluar : 350 mg/l

Waktu tinggal di dalam bak = 2 - 4 jam

$$\begin{aligned} \text{Volume bak yang diperlukan} &= \frac{7,7}{24} \text{ hari} \times 43,92 \text{ m}^3 / \text{hari} \\ &= 14,09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Ditetapkan:

Phi	: 22/7
Jari-jari	: 1,5 ² m
Tinggi	: 2 m
Tinggi ruang bebas	: 0,5 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan)
Konstruksi	: fiberglass reinforced plastics
Tebal dinding	: 0,5 cm

Check:

Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata (T) =

$$T = \frac{\frac{22}{7} \times 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{43,92 \text{ m}^3 / \text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$T = 7,7 \text{ jam}$$

$$\text{Beban permukaan (surface loading)} = \frac{43,92 \text{ m}^3/\text{hari}}{1,5^2 \times 2} = 9,76 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}$$

- Waktu tinggal pada saat beban puncak = 3,85 Jam
- (asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).
- Beban permukaan (surface loading) rata-rata = 9,76 m³/m².hari
- Beban permukaan pada saat puncak = 19,52 m³/m².hari.
- Standar : Waktu tinggal : 5 – 8 jam.
- Beban permukaan : 20 –50 m³/m².hari. (JWWA)

d. Biofilter Anaerob

Rumus yang digunakan adalah : $V = \pi r^2 t$

BOD Masuk	: 225 mg/l
Efisiensi	: 80 %
BOD Keluar	: 45 mg/l
COD Masuk	: 350 mg/l
Efisiensi	: 40 %
COD Keluar	: 210 mg/l
Debit limbah	: 43,92 m ³ / hari

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media 0,4 – 4,7 kg BOD /m³.hari.

Ditetapkan beban BOD yang digunakan = 0,75 kg BOD/m³.hari.

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD di dalam air limbah} &= 43,92 \text{ m}^3/\text{hari} \times 225 \text{ g/m}^3 \\ &= 9,882 \text{ g/hari} \\ &= 9,8 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Volume media yang diperlukan} = \frac{9,8 \text{ kg /hari}}{0,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ hari}} = 13 \text{ m}^3$$

Volume media = 60% dari total volume reaktor,

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor yang diperlukan} &= 100/60 \times 13 \text{ m}^3 \\ &= 21,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal di dalam reaktor anaerob} &= \frac{21,6 \text{ m}^3}{43,92 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 11,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Ditetapkan dimensi reaktor anaerob:

Dimensi:

Phi	: 22/7 m
Jari-jari	: 2 ² m
Tinggi	: 1,5 m
Tinggi ruang bebas	: 0,5 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan)
Volume efektif	: 18,85 m ³
Jumlah ruang	: di bagi menjadi 2 ruangan
Konstruksi	: fiberglass reinforced plastik
Tebal dinding	: 0.5 cm

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal reaktor anaerob rata-rata} &= \frac{18,85 \text{ m}^3}{43,92 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 10 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu tinggal rata-rata : 10 jam

Tinggi ruang lumpur : 0,5 m
 Tinggi bed media pembiakan mikroba : 1,5 m
 Tinggi air di atas bed media : 30 cm
 Volume media pada biofilter anaerob : 13 m^3
 $9,8 \text{ kg BOD/hari}$
 BOD loading per volume media $= \frac{9,8}{(7 * 2^2 * 1,5) \text{ m}^3}$
 $= 0,51 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$
 Standar *high rate trockling filter* : 0,4-4,7 kg BOD/m².hari (Ebie Kunio, 1995)

e. Biofilter Aerob

Rumus yang digunakan adalah : $V = \pi r^2 t$

Debit Limbah : 43,92 m³/hari
 BOD_{Masuk} : 45 mg/l
 Efisiensi : 60 %
 BOD_{Keluar} : 18 mg/l
 COD Masuk : 210 mg/l
 Efisiensi : 30 %
 COD Keluar : 147 mg/l
 Beban BOD di dalam air limbah = 43,92 m³/hari X 45 g/m³
 $= 1.976.4 \text{ g/hari}$
 $= 1,97 \text{ kg/hari.}$
 Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,6 x 1,97 kg/hari
 $= 1,18 \text{ kg/hari.}$
 Beban BOD per volume media yang digunakan = 0,5 kg/m³.hari.
 Volume media yang diperlukan = (1,18 / 0,5) = 2,36 m³
 Volume media = 40 % dari volume reaktor
 volume reaktor biofilter aerob yang diperlukan = 100/40 x 2,36 m³
 $= 5,9 \text{ m}^3$

Biofilter Aerob terdiri dari dua ruangan yakni ruang aerasi dan ruang bed Media.

Dimensi Reaktor Biofilter Aerob :

Phi : 22/7
 Jari-jari : 1,5²
 Tinggi : 2 m
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m
 • Ruang Bed Media :
 Phi : 22/7 m
 Jari-jari : 1,5² m
 Tinggi : 2 m
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m

Total Volume Efektif Biofilter Aerob = $(r^2+r^2) \times t \times 0,5$
 $= (2,25 + 2,25) \times 2 \times 0,5$
 $= 4,5 \times 2 \times 0,5 = 4,5 \text{ m}^3$

Konstruksi :Fiberglass reinforced plastics

Tebal dinding :0,5 cm

Chek :

Waktu tinggal total rata-rata = (4,5/43,92) x 24 jam

Waktu tinggal total pada saat beban puncak : 1,2 jam

Tinggi ruang lumpur : 0,5 m

Tinggi Bed media pembiakan mikroba : 1,5 m

Volume total media pada biofilter aerob:

$$= \pi r^2 * \text{tinggi bed media}$$

$$= 22/7 \times 1,5^2 \times 1,5$$

$$= 10,6 \text{ m}^3 \text{ atau } 10.600 \text{ liter}$$

Chek :

$$\text{BOD loading per volume media} = (9,8 / 10,6)$$

$$= 0,92 \text{ Kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari.}$$

Standar high rate trickling filter : 0,4 – 4,7 kg BOD/m² hari.

Kebutuhan Oksigen :

Kebutuhan oksigen di dalam reaktor biofilter aerob sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan.

Jadi Kebutuhan teoritis = Jumlah BOD yang dihilangkan.

$$= 1,18 \text{ kg/hari.}$$

Faktor keamanan ditetapkan $\pm 2,0 \rightarrow$ Kebutuhan Oksigen Teoritis

$$= 2 \times 1,18 \text{ kg/ hari} = 2,36 \text{ kg/hari.}$$

Temperatur udara rata-rata = 28 ° C

Berat Udara pada suhu 28 ° C = 1,1725 kg/m³.

Di asumsikan jumlah oksigen di dalam udara 23,2 %.

Jadi Jumlah Kebutuhan Udara Teoritis

$$2,36 \text{ kg/hari}$$

$$= \frac{2,36 \text{ kg/hari}}{1,1725 \text{ kg/m}^3 \times 0,232 \text{ O}_2/\text{g udara}}$$

$$= 8,67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Efisiensi Difuser = 3 %

$$\text{Kebutuhan udara aktual} = \frac{8,67 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,05}$$

$$= 173,4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,120 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 120 \text{ liter/menit}$$

f. Pengendapan Akhir

Rumus yang digunakan adalah : $V = \pi r^2 t$

Debit Limbah : 43,92 m³/hari

BOD Masuk : 18 mg/l

BOD Keluar : 18 mg/l

COD Masuk : 147 mg/l

Efisiensi : 35%

COD Keluar : 95,55%

Waktu tinggal di dalam bak = 2 - 4 jam

$$\text{Volume bak yang diperlukan} = \frac{2}{24} \times 150 \text{ m}^3 = 18,75 \text{ m}^3$$

Dimensi :

Phi : 22/7 m

Jari-jari : 1,5²

Tinggi : 2 m

Tinggi ruang bebas : 0,5 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan).

Konstruksi : fiberglass reinforced

Tebal dinding : 0,5 cm

Chek :

Waktu Tinggal (*Retention Time*) rata-rata

$$= \frac{22/7 \times 1,5^2 \times 2 \text{ m}}{43,92 \text{ m}^3 / \text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 7,7 \text{ jam}$$

$$\text{Beban permukaan (surface loading)} = \frac{43,92 \text{ m}^3 / \text{hari}}{4,5} = 9,76 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu tinggal pada saat beban puncak} = 3,85 \text{ Jam}$$

(asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).

$$\text{Beban permukaan (surface loading) rata-rata} = 9,76 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$\text{Beban permukaan pada saat puncak} = 19,52 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari.}$$

$$\text{Standar : Waktu tinggal} = 5-8 \text{ jam}$$

$$\text{Beban permukaan} = 20-50 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari. (JWWA)}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan desain IPAL Rumah Sakit X maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

a. Berdasarkan hasil penelitian yang sesuai untuk diterapkan pada Rumah Sakit X adalah menggunakan proses Biofilter Anaerob Aerob dengan kapasitas 60 m³, unit-unit yang diperlukan terdiri atas Bak Penampungan Awal, Bak Ekualisasi, Bak Pengendapan Awal, Biofilter Anaerob, Biofilter Aerob dan Bak Pengendapan Akhir.

b. Perancangan IPAL Rumah Sakit X menggunakan sistem Biofilter Anaerob Aerob dapat menurunkan parameter BOD dan COD bahan pencemar sehingga sesuai baku mutu yang dipersyaratkan berdasarkan PermenLHK No 68/Menlhk-Setjen/Kum.1/8/2016.

Saran

Hasil perancangan IPAL Rumah Sakit X dapat dijadikan masukan bagi para pihak yang terkait dengan rancangan bangunan IPAL Biofilter Anaerob-Aerob untuk menurunkan bahan pencemar sehingga sesuai baku mutu yang ada. Bagi peneliti dapat dijadikan informasi untuk pengembangan teknologi alternatif pengolahan air limbah Rumah Sakit dan bagi Rumah Sakit dapat dijadikan uji desain untuk diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Japan Water Works Association 1978 "Design Criteria for Waterworks Facilities". Chap.10. Measuring Instruments.
- Purwanto, S. (2019). Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Salman, N., Taqwa, F. M. L., & Aryanti, D. (2021). EVALUASI PENGELOLAAN LIMBAH RUMAH SAKIT. 5(1).
- UU RI No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Suwardi, S., Ndibale, W., M. Kotta, H., Ilham, I., & Moch., A. (2021). Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Aliyah 3 Kota Kendari. Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari, 1(1), 20–26. <https://doi.org/10.51454/teluk.v1i1.122>
- PermenLHK No 68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik