

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Ibu dan Anak (RSIA) Andi Hawang Kabupaten Luwu Utara

Planning of Wastewater Treatment Plant of Andi Hawang Mother and Child Hospital (RSIA) North Luwu District

Muhammad Fikruddin Buraerah^{1*}, Muhammad Rais Abidin², Ahmad Swandi³,
Djurdil Akrim¹

*Email: murniums@gmail.com

¹Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Bosowa

²Program Studi Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar

³Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra Universitas Bosowa

Diterima: 10 Mei 2023 / Disetujui: 30 Agustus 2023

ABSTRAK

Setiap Rumah Sakit baik negeri maupun swasta harus bertanggung jawab terhadap pengelolaan limbah yang dihasilkan dari kegiatannya. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan membangun suatu IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang efektif dengan menyesuaikan pada karakteristik limbah dan beban pencemar. Sumber limbah cair untuk kegiatan Pembangunan RSIA Andi Hawang di Kabupaten Luwu Utara (Masamba) ini berasal dari aktivitas pegawai, pasien dan pengunjung. Adapun rencana penggunaan air bersih untuk pegawai sebanyak 3.000 liter/hari atau 3.0 m³/hari, pasien sebanyak 7.310 liter/hari atau 7.31 m³/hari, sedangkan pengunjung sebanyak 390 liter/hari atau 0.39 m³/hari. Tujuan dari penelitian ini adalah perancangan IPAL (Instalasi Pengelolaan Limbah) dengan kapasitas 10 m³, dengan menggunakan jenis IPAL biofilter septic tank. Hasil perancangan IPAL biofilter septic tank dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, padatan tersuspensi (SS), fospat dan lainnya dapat juga turun secara signifikan

Kata Kunci: Anaerob, Aerob, Biofilter Septic Tank, Instalasi Pengelolaan Air Limbah

ABSTRACT

Every hospital, must be responsible for managing the waste generated from its activities. Waste management can be done by building an effective WWTP (Wastewater Treatment Plant) by adjusting to the characteristics of the waste and pollutant load. The source of liquid waste for the construction of the Andi Hawang Mother And Child Hospital (RSIA) in North Luwu Regency (Masamba) comes from the activities of employees, patients and visitors. The plan is to use clean water for employees as much as 3,000 liters/day or 3.0 m³/day, patients as much as 7,310 liters/day or 7.31 m³/day, while visitors as much as 390 liters/day or 0.39 m³/day. The aim of this research is to design an WWTP (Waste Management Installation) with a capacity of 10 m³, using a biofilter septic tank WWTP type. The results of the WWTP biofilter septic tank design with a combination of anaerobic and aerobic processes can reduce organic matter (BOD, COD), ammonia, suspended solids (SS), phosphate and others can also decrease significantly

Keywords: Anaerobic, Aerobic, Septic Tank Biofilter, Wastewater Management Installation



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

A. PENDAHULUAN

Rumah Sakit adalah sarana kesehatan, dalam melaksanakan fungsinya menghasilkan buangan yang berupa

limbah, baik limbah padat, limbah cair dan gas (Soewarso, 1996). Pembangunan rumah sakit antara lain bertujuan untuk membangun kesehatan masyarakat,

sehingga dapat melaksanakan tugas dan kewajibannya dengan baik (Arifa, 2020). Berdasarkan UU RI No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UU RI, 2009), maka setiap Rumah Sakit baik Negeri maupun Swasta, harus bertanggung jawab terhadap pengelolaan limbah yang dihasilkan dari kegiatannya. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan membangun suatu IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang efektif dengan menyesuaikan pada karakteristik limbah dan beban pencemar.

Rumah Sakit memberikan dampak buruk terhadap kualitas lingkungan dikarenakan 60% Rumah Sakit di beberapa daerah khususnya di Kabupaten Luwu Utara belum menerapkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang baik dan masih tergolong buruk. Air limbah yang dihasilkan dari aktivitas Rumah Sakit kebanyakan langsung dibuang ke badan air yang menyebabkan pencemaran badan air (Anjana, 2021).

RSIA Andi Hawang direncanakan memiliki 3 lantai, dengan luas total bangunan 3.885,46 m² dan akan menempati lahan seluas 2.988,56 m². Kegiatan utama RSIA Andi Hawang adalah melaksanakan upaya kesehatan dengan mengutamakan upaya

pengecahan, penyembuhan, rehabilitasi secara serasi dan terpadu bidang kesehatan ibu dan anak, selain sebagai fasilitas kesehatan untuk ibu dan anak, RSIA Andi Hawang juga dalam perencanaan pembangunannya akan memiliki fasilitas pendukung seperti ruang parkir (parkir pelataran), mushollah, IPAL, TPS B3, TPS Domestik, Dapur, Kantin dan Laundry.

Oleh karena itu akan dilakukan perencanaan desain IPAL untuk Rumah Sakit yang sesuai dengan kriteria desain dengan tidak mengabaikan karakteristik limbah dan beban pencemar yang terdapat pada air limbah. Perencanaan melingkupi observasi lapangan terkait karakteristik dan pola timbulan air limbah, hingga rancangan masing-masing unit IPAL yang akan digunakan.

B. METODE PENELITIAN

Data primer diperoleh dari hasil observasi lokasi penelitian, dokumentasi dan wawancara dengan karyawan di rumah sakit, pengambilan sampel air limbah pada influen dan efluen (Umar & Zulaeha, 2020). Data sekunder yang diperoleh dari rumah sakit antara lain denah eksisting lokasi penelitian, gambar masing-masing unit, kapasitas instalasi, beban limbah, data medis dan non medis. Adapun beberapa langkah untuk

melakukan evaluasi perancangan pengolahan yaitu survei, analisis proses pengelohan, penetapan proses pengelohan. Survei dilakukan langsung ke lokasi RSIA Andi Hawang, Kabupaten Luwu. Analisis proses pengolahan dilakukan untuk mendapatkan unit – unit pengolahan yang sesuai dengan karakteristik air limbahnya. Unit – unit pengolahan limbah cair RSIA Andi Hawang, Kabupaten Luwu (Masamba) ditetapkan menggunakan sistem pengolahan secara fisika, biologis dan kimia dengan rangkaian seperti equalisasi dan bar screen, bak pengendap I, anaerobik reaktor, biofilter aerob, kolam maturasi, dan desinfeksi (Anjana, 2021).

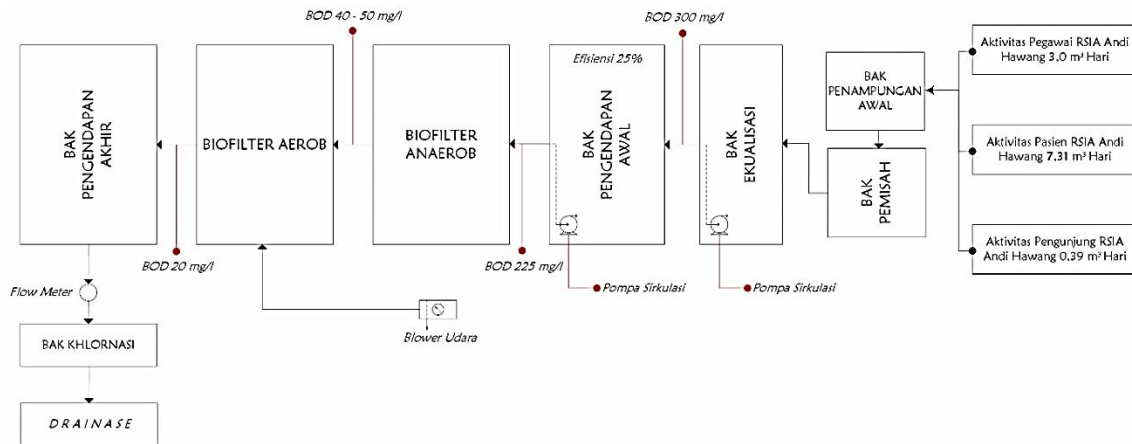
Dalam mengetahui berapa banyak limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit, maka dapat diperoleh dengan menghitung jumlah tempat tidur dan jumlah tenaga kerja/pegawai rumah sakit, kemudian dianalisis parameter yaitu : BOD, COD, TSS, ammonia dan total fosfat (Samina et al., 2013). Pengujian parameter dilakukan di Labolatorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian. Dari hasil tersebut di analisa dengan membandingkan parameter tersebut pada standar baku mutu limbah rumah sakit berdasarkan KepMen LH No. Kep-58/MENLH/12/1995. Menghitung

kembali kondisi eksisting IPAL kemudian dilakukan evaluasi dengan membandingkan kondisi eksisting dengan perhitungan berdasarkan literatur (Winardi Yusuf, 2014) yang meliputi bak kontrol, bak pengendapan I, bak pengurai anaerob, bak up flow filter, bak stabilisasi. Evaluasi bak kontrol dengan menghitung berdasarkan beberapa parameter(Said, N. I., 1999). Evaluasi bak pengendap I dengan berdasarkan kriteria disain kriteria teknis prasarana dan sarana pengolahan air limbah, (PUPR, 2017). Evaluasi bak pengurai anaerob yaitu berdasarkan kriteria disain (kriteria teknis prasarana dan sarana pengolahan air limbah (PUPR, 2017). Evaluasi pada unit bak up flow filter berdasarkan kriteria teknis prasarana dan sarana pengolahan air limbah (PUPR, 2017). Evaluasi bak stabilisasi berdasarkan kriteria teknis prasarana dan sarana pengolahan air limbah (PUPR, 2017).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah

Perencanaan sistem air limbah aktivitas RSIA Andi Hawang akan dirancang dengan IPAL berkapasitas 10 m³, jenis IPAL yang digunakan adalah jenis IPAL Biotech/biofilter dengan skema pengolahan air sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Proses Pengolahan Air limbah dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob

2. Rancangan IPA Biofilter Septic Tank 10 m³

Kapasitas IPAL Domestik yang direncanakan seperti pada tabel dibawah ini..

Tabel 3. Kapasitas desain yang direncanakan

No	Aspek	Nilai
1	Kapasitas IPAL	7531
2	COD air limbah maksimum	7142
3	BOD air limbah maksimum	9068
4	Konsentrasi SS	2575
5	Total efisiensi pengolahan	878
6	BOD air olahan	840
7	SS air olahan	703

3. Perhitungan Desain

Bak penampungan awal yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari dua buah ruangan yang dilengkapi dengan bar screen pada bagian inletnya.

Tabel 4. Perhitungan Desain

No	Aspek	Nilai
1	Rata-rata limbah harian	0,006 liter per menit
2	Kriteria perencanaan	30 menit
3	Volume bak yang diperlukan	178 liter

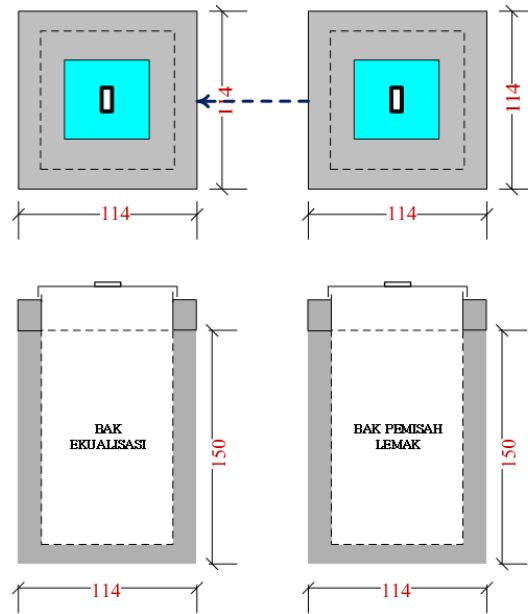
No	Aspek	Nilai
4	Panjang bak	1,14 m
5	Lebar	1,14 m
6	Kedalaman air	1,5 m
7	Ruang bebas	0,4 m
8	Volume efektif	0,1 m ³
9	Konstruksi	Mild Steel dilapisi dengan anti karat
10	Tebal dinding	20 cm
11	Waktu tinggal	5,5 jam

4. Desain Bak Ekualisasi / Bak Penampungan Air Limbah

Tabel 5. Perhitungan Desain

No	Aspek	Nilai
1	Waktu tinggal dalam bak	6 jam
2	Volume bak yang diperlukan	2.140 liter
3	Panjang bak	1,14 m
4	Lebar	1,14 m
5	Kedalaman bak	1,5 m
6	Tinggi ruang bebas	0,4 m
7	Konstruksi	Mild Steel dilapisi dengan anti karat
8	Tebal dinding Waktu tinggal	20 cm 5,5 jam

Desain Bak Pemisah Lemak dan Bak Ekualisasi ditunjukkan seperti pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Desain Bak Pemisah Lemak dan Bak Ekualisasi

5. Pompa air limbah dan bak pengendapan awal

Kapasitas desain yang direncanakan.

Tabel 6. Kapasitas yang direncanakan

No	Parameter	Nilai
1	Tipe	Submersibel pump
2	Tipe kapasitas	60-140 liter per menit
3	Total Head	5-8 m
4	Output Listrik	100 watt
5	Material	Fiber glass dan technopolimer
6	Debit air limbah	8,56 m ³ / hari
7	BOD masuk	300 mg/l
8	Efisiensi	25%
9	BOD keluar	225 mg/l
10	Waktu tinggal didalam bak	2-5 jam
11	Volume bak yang diperlukan	1.783 liter
12	Lebar bak pengendapan awal	2 m
13	Kedalaman air efektif	1,6 m
14	Panjang	0,5 m
15	Tinggi ruang bebas	0,4 m (sesuai kondisi lapangan)
16	Konstruksi	Fiberglass Reinforced Plastics
17	Tebal fiber	0,5 cm
18	Waktu tinggal	4,49 jam
16	Beban permukaan	8,6 m ³ /m ² hari
17	Waktu tinggal saat beban puncak	2,24 jam
18	Beban permukaan rata-rata	8,6 m ³ /m ² hari
19	Beban permukaan pada saat puncak	17,1 m ³ /m ² hari
20	Standar: waktu tinggal	2-4 jam
21	Beban permukaan	20-50 m ³ /m ² hari (JWWA)

6. Biofilter Anaerob

Berikut spesifikasi biofilter anaerob.

Tabel 7. Spesifikasi Biofilter Anaerob

No	Parameter	Nilai
1	BOD masuk	225 mg/l
2	Efisiensi	80%
3	BOD keluar	45 mg/l
4	Debit limbah	8,56 m ³ / hari jam
5	Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar Beban BOD per volume media 0,4 – 4,7 kg BOD / m ³ .hari. Ditetapkan beban BOD yang digunakan	0,75 kg BOD / m ³ .hari.
6	Beban BOD di dalam air limbah	1.926 g/hari
7	Volume media yang diperlukan	2,57 m ³
8	Volume media	60% dari total volume reaktor
9	Volume reaktor yang diperlukan	4,28 m ³
10	Waktu tinggal didalam reaktor anaerob	12 jam
Untuk raktor anaerob		
1	Lebar	2 m
2	Kedalaman air efektif	1,6 m
3	Panjang	1,27 m
4	Tinggi ruang bebas	0,4 m (sesuai kondisi lapangan)
5	Volume efektif	6,59 m ³
6	Jumlah ruang	Dibagi menjadi 2 ruangan
7	Konstruksi	Fiberglass Reinforced Plastics
8	Tebal dinding	0,5 cm
9	Waktu tinggal dalam reaktor	11 jam
16	Waktu tinggal rata-rata	11 jam
17	Tinggi ruang lumpur	0,4 jam
18	Tinggi bed media pembiakan mikroba	1,4 jam
19	Tinggi ari diatas bed media	20 cm
20	Volume media	4,24 m ³
21	BOD loading per volume media	0,6 Kg BOD/m ³ .hari

7. Biofilter Aerob

Berikut spesifikasi biofilter aerob.

Tabel 8. Spesifikasi Biofilter Aerob

No	Parameter	Nilai
1	Debit limbah	8,56 m ³ / hari
1	BOD masuk	45 mg/l
2	Efisiensi	80%
3	BOD keluar	45 mg/l
4	Beban BOD di dalam air limbah	0,39 kg/hari
5	Jumlah BOD yang dihilangkan	0,23 kg/hari
6	Beban BOD per volume media yang digunakan	0,5 kg/m ³ .hari
7	Volume media yang diperlukan	0,46 m ³
8	Volume media	40% dari total volume reaktor
9	Volume reaktor yang diperlukan	578 liter
Ruang aerasi		
1	Lebar	2 m
2	Kedalaman air efektif	1,6 m
3	Panjang	0,95 m

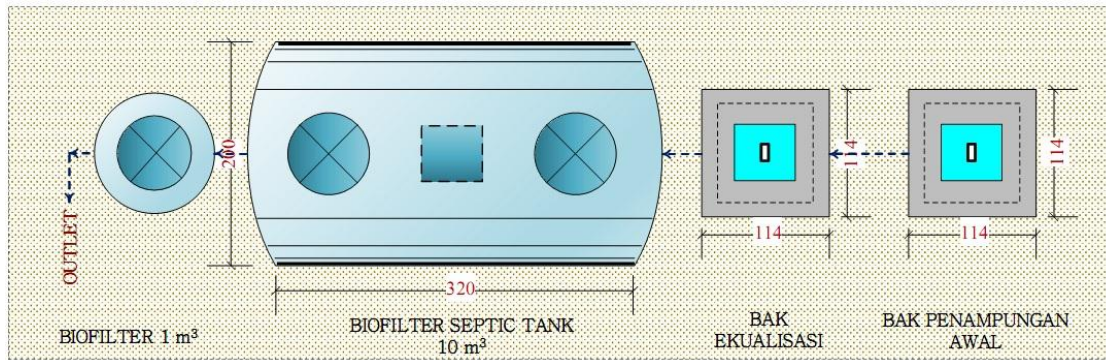
No	Parameter	Nilai
Ruang bed media		
5	lebar	2 m
6	Kedalaman air efektif	1,6 m
7	panjang	0,95 m
8	Tinggi ruang bebas	0,4 m
9	Total volume efektif biofilter aerob	5 m ³
16	Konstruksi	Fiberglass Reinforced Plastik
17	Tebal dinding	0,5 cm
18	Waktu tinggal di dalam reaktor aerob	14,4 jam
19	Waktu tinggal di dalam reaktor aerob rata-rata	14,4 jam
20	Tinggi ruang lumpur	0,4 m
21	Tinggi bed media pembiakan mikroba	1,4 m
22	Volume total media pada biofilter aerob	2.736 liter
23	BOD loading per volume media	0,1 kg BOD/m ² .hari.
24	Kebutuhan oksigen di dalam reaktor biofilter aerob	0,23 kg/hari
	Kebutuhan Oksigen Teoritis	0,5 kg/hari
	Temperatur udara rata-rata	28 ⁰ C
	Berat udara pada suhu 28 ⁰ C	1,1725 kg/m ³
	Di asumsikan jumlah oksigen di dalam udara 23,2%.	0,85 m ³ /hari.
	Efisiensi Difuser	3%
	Kebutuhan udara aktual	12 liter/permenit

8. Bak Pengendapan akhir

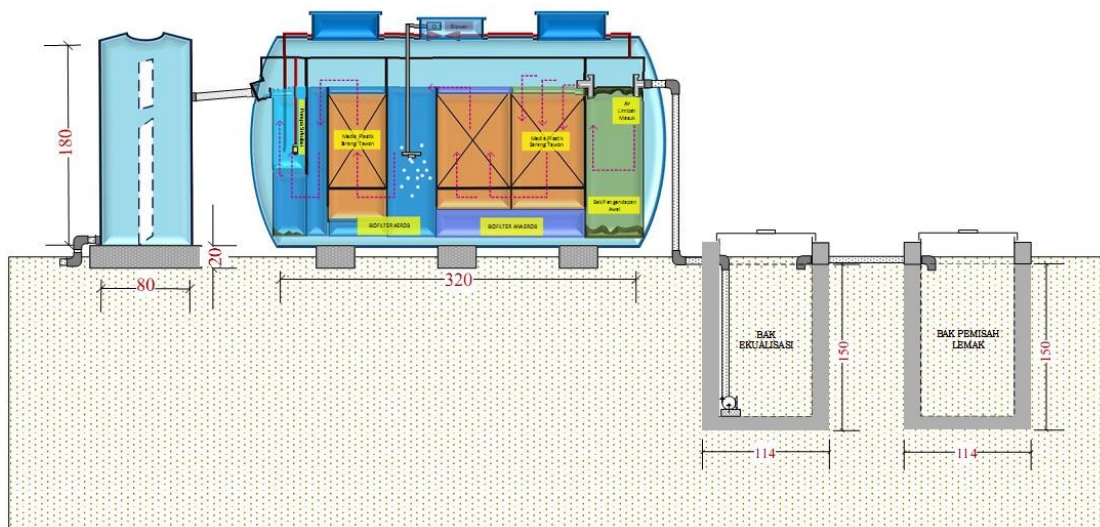
Spesifikasi bak pengendap akhir.

Tabel 9. Bak Pengendap Akhir

No	Parameter	Nilai
1	Debit air limbah	8,56 m ³ / hari
2	BOD masuk	20 mg/l
3	BOD keluar	20 mg/l
4	Waktu tinggal didalam bak	4-6 jam
5	Volume bak yang diperlukan	2,14 m ³
6	Lebar bak pengendapan awal	2 m
7	Kedalaman air efektif	1,6 m
8	Panjang	0,94 m
9	Tinggi ruang bebas	0,4 m (sesuai kondisi lapangan)
10	Konstruksi	Fiberglass Reinforced Plastics
11	Tebal fiber	0,5 cm
12	Waktu tinggal	8,43 jam
13	Beban permukaan	4,6 m ³ /m ² hari
14	Waktu tinggal saat beban puncak	4,2 jam
15	Beban permukaan rata-rata	6,8 m ³ /m ² hari
16	Beban permukaan pada saat puncak	9,11 m ³ /m ² hari
17	Beban permukaan	20-50 m ³ /m ² hari (JWWA)



Gambar 3. Tampak Atas Perencanaan IPAL



Gambar 4. Tampak Samping Layout IPAL

9. Sistem Pengumpulan Air Limbah dan Proses Pengolahan).

Air limbah yang dihasilkan seluruhnya dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak. 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 (Apriliyani et al., 2023).

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 (Novitrianingsih & Sulistiyuning Titah, 2016).

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. 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 (Prisanto & Yanuwadi, 2015) . 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.

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 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 mikroorganismenya 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).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikroorganismenya diendapkan, di dalam bak pengendap akhir ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganismenya 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.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Potensi penggunaan air bersih menjadi air limbah berasal dari aktivitas pegawai sebanyak 3.0 m³/hari, pasien sebanyak 7.31 m³/hari, dan pengunjung sebanyak 0.39 m³/hari sehingga Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSIA Andi Hawang direncanakan dengan debit maksimum 10 m³/hari menggunakan perancangan IPAL biofilter septic tank dengan kombinasi proses anaerob dan aerob dalam menurunkan zat organik

(BOD, COD), amonia, padatan tersuspensi (SS), fosfat dan lainnya. Resiko yang akan dialami oleh RSIA Andi Hawang adalah adanya subsidi anggaran yang dibutuhkan untuk perancangan pengolahan IPAL.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifa, S. K. (2020). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Dan Pengelolaan Air Limbah Domestik Sebagai Fasilitas Geowisata Di Situs Gunung Padang.
- Anjana, R. B. (2021). Pra Rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Rumah Sakit Umum Daerah Waled.
- Apriliyani, I., Ainuri, M., & Suyantohadi, A. (2023). Analisis terhadap Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudang Kaleng di PT XYZ, Yogyakarta. *agriTECH*, 43(1), 74. <https://doi.org/10.22146/agritech.71076>
- Novitrianingsih, D., & Sulistyaning Titah, H. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Portable untuk Kegiatan Usaha Pencucian Mobil di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A321–A325. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16994>
- Prisanto, D. E., & Yanuwadi, B. (2015). Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur.
- Samina, S., Setiani, O., & Purwanto, P. (2013). Efektivitas instalasi pengolahan air limbah (ipal) domestik di kota Cirebon terhadap penurunan pencemar organik dan e-coli. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 36. <https://doi.org/10.14710/jil.11.1.36-42>
- Umar, F., & Zulaeha, S. (2020). Desain Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Proses Biofilter “Up flow” di Rumah Sakit Pendidikan Unismuh Makassar.
- Winardi Yusuf, M. I. |Apriani. (2014). Evaluasi Dimensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerahdokter Rubini Mempawah. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1). <https://doi.org/10.26418/jtllb.v2i1.8470>
- Soewarso. 1996. Limbah Rumah Sakit Permasalahan dan Penanggulangannya. *Buletin Kesehatan Lingkungan Masyarakat*.
- UU RI No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Said Nusa Idaman, Heru Dwi Wahjono. 1999. Teknnologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob. *Kelompok Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Permen PUPR No. 14/PRT/M/2017 Tahun 2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung..
- Zakiyah, dkk, 2019. Analisis Spasial Tingkat Perkembangan Wilayah Perkotaan Kabupaten Lamongan Propinsi Jawa Timur. S2 Thesis, Program Pascasarjana.