
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT DENGAN BIOFILTER

Dwi Sari Tristiana Dewi¹⁾ dan Sugito²⁾

^{1) dan 2)} Program Studi Teknik Lingkungan; Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Email : tristiana28@gmail.com

Abstrak

Air limbah Rumah Sakit (RS) dapat menyebabkan gangguan kesehatan, kerusakan ekosistem air, dan merusak estetika, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. RS Griya Waluya adalah RS swasta di Kabupaten Ponorogo dimana pengolahan air limbah selama ini menggunakan bak penampung dan peresapan. Penelitian bertujuan merencanakan sistem pengolahan air limbah RS Griya Waluya dengan biofilter. Metode penelitian yaitu pengumpulan data primer (kondisi IPAL, lokasi rencana pembangunan IPAL, dan analisis laboratorium) dan data sekunder (profil RS, perencanaan perluasan RS, dan rencana pengembangan pelayanan). Perencanaan IPAL biofilter RS Griya Waluya prediksi 10 tahun mendatang diperoleh hasil perhitungan dan analisis data yaitu debit air limbah yang dihasilkan 55 m³/hari dengan dimensi bangunan IPAL yang direncanakan terdiri dari bak equalisasi (1,5 m x 1,5 m x 1,7 m); bak sedimentasi awal (4 m x 1,5 m x 1,7 m); bak anaerobik (10,3 m x 1,5 m x 1,7 m); bak aerobik (5,2 m x 1,5 m x 1,7 m); bak sedimentasi akhir (4 m x 1,5 m x 1,7 m); dan bak klorinasi (1 m x 1 m x 1,2 m). Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada pembangunan IPAL biofilter adalah Rp. 115.535.000,00.

Kata kunci: Air limbah, Rumah Sakit, IPAL Biofilter

Abstract

The hospital's wastewater can cause health disturbance, damage water ecosystem, and damage aesthetics, so that hospital waste water processing must be done before it is discharged into a body of water. Griya Waluya is one of a private hospital located in Ponorogo regency. Manufacture of waste during this time uses cross-section vessel and absorption. This research was aimed to plan the system of wastewater manufacture by using biofilter. The research method will use data collecting method primer (observing the condition of IPAL, location of IPAL construction planning, and laboratory analysis) and secondary data (observing the profile of the hospital, planning of the hospital's expansion, and planning for service development). The research about IPAL biofilter design planning of Griya Waluya hospital prediction of 10 years later get the result of data analysis calculating that is water discharge of wastewater which is produced is 55 m³/day using building dimension of IPAL that is planned equalization vessel (1,5 m x 1,5 m x 1,7 m); first sedimentation vessel (4 m x 1,5 m x 1,7 m); anaerobik vessel (10,3 m x 1,5 m x 1,7 m); aerobik vessel (5,2 m x 1,5 m x 1,7 m); final sedimentation vessel (4 m x 1,5 m x 1,7 m); and chlorine vessel (1 m x 1 m x 1,2 m). The result of cost calculation planning on IPAL biofilter construction is Rp. 115.535.000,00.

Keywords: Waste water, Hospital, Biofilter

PENDAHULUAN

Rumah Sakit (RS) memiliki tugas pokok dan fungsi sebagai bagian integral dari pelayanan kesehatan guna meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Hasil samping kegiatan RS berupa limbah cair, limbah padat, dan radioaktif. Limbah cair RS pada umumnya mengandung mikroorganisme, bahan kimia, bahan beracun, dan radioaktif yang berbahaya

bagi kesehatan dan lingkungan sekitar (Depkes RI, 1993). Air limbah dari kegiatan RS harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, sehingga memenuhi standart baku mutu sebagai air buangan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan / kegiatan usaha lainnya. Syarat parameter BOD adalah sebesar 30 mg/L, COD adalah 80 mg/L,

TSS adalah 30 mg/L agar air buangan dapat dialirkan ke badan air penerima.

RS Griya Waluya adalah RS swasta di kabupaten Ponorogo, dengan jumlah tempat tidur sebanyak 50 buah. Pengolahan air limbah RS menggunakan bak penampung dan peresapan karena belum memiliki instalasi pengolahan air limbah. Hasil pemeriksaan kualitas sampel air limbah pada outlet diperoleh data pH 7,5, BOD 203,8 mg/liter, COD 382,5 mg/liter, TSS 196 mg/liter, maka air tersebut melebihi standar baku mutu. Untuk itu perlu adanya instalasi pengolahan air limbah yang berfungsi mengolah dan menurunkan konsentrasi zat-zar pencemar seperti BOD, COD, TSS dan lain-lain.

Pengolahan air limbah RS Griya Waluya direncanakan dengan sistem biofilter dengan pertimbangan memiliki keunggulan yaitu pengolahannya sangat sederhana, biaya operasi rendah, lumpur yang dihasilkan relatif rendah dibanding dengan lumpur aktif, dapat menghilangkan nitrogen dan pospor yang menyebabkan eutrofikasi, suplai udara untuk aerasi cukup kecil, dapat digunakan untuk limbah dengan BOD yang cukup tinggi dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik (Said, 2006).

Tujuan penelitian adalah menghitung debit air limbah yang dihasilkan prediksi 10 tahun mendatang dan merencanakan desain teknis IPAL Biofilter juga mengetahui kebutuhan biaya pembangunan IPAL RS Griya Waluya Kabupaten Ponorogo.

METODE

Jenis penelitian ini adalah perencanaan IPAL RS Griya Waluya Jalan Sultan Agung No. 68 Kabupaten Ponorogo. Pengumpulan data primer berupa kondisi bangunan IPAL saat ini, lokasi IPAL biofilter, debit air limbah prediksi 10 mendatang, kualitas limbah (BOD, COD, dan TSS). Data sekunder yaitu profil rumah sakit, perencanaan perluasan rumah sakit, dan fasilitas pelayanan yang akan dikembangkan (jumlah tempat tidur dan karyawan). Desain IPAL biofilter yang direncanakan untuk RS Griya Waluya adalah sebagai berikut :

1. Bak equalisasi terbuat dari pasangan batu bata kecap air dan tertutup plat beton, bentuk persegi panjang, dilengkapi pipa inlet, pipa outlet, dan *bar screen*.

2. Bak sedimentasi awal terbuat dari pasangan batu bata kecap air dan tertutup plat beton dilengkapi lubang kontrol, bentuk persegi panjang, dilengkapi pipa inlet, pipa outlet, untuk pengurasannya secara manual. Waktu tinggal (*retention time*) rata-rata = 3-5 jam dan beban permukaan (*surface loading*) = 20-50 m³ /m²/hari (JWWA dalam Said, 2006)
3. Bak anaerobik dipasang secara seri terhadap reaktor biofilter aerob bentuk persegi panjang tertutup dengan ukuran berdasar beban BOD per volume media yang digunakan, bahan beton bertulang dengan pasangan batu bata. Media filter adalah kerikil atau pecahan batu kali dengan diameter 2-3 cm dengan model aliran upflow. Kriteria perencanaan menurut Said dalam Ratnawati dkk. (2014) adalah waktu tinggal total rata-rata 6 - 8 jam, tinggi ruang lumpur 0,4 m, tinggi media pembiakan mikroba 0,9 - 1,5 m, tinggi air di atas bed media 0,2 m, beban BOD per volume media 0,4 - 4,7 kg BOD /m³/hari, beban BOD per satuan permukaan media (L_a) = 5-30 g BOD/ m²/hari
4. Bak biofilter aerob bentuk persegi terbuka terdiri dari dua ruangan yakni ruang aerasi dan ruang media filter dengan ukuran berdasarkan beban BOD per volume media. bahan beton bertulang dengan pasangan batu bata. Media filter kerikil atau pecahan batu kali dengan diameter 2-3 cm, model aliran upflow. Kebutuhan oksigen sebanding dengan BOD yang dihilangkan (aerasi dilakukan dengan menghembuskan udara dari udara dari blower).
5. Bak pengendap akhir bentuk persegi panjang bahan pasangan batu bata yang kecap air yang mempunyai tutup dilengkapi dengan lubang kontrol, pipa inlet dan pipa outlet. Pemeliharaan dengan cara pengurasan secara manual. Menurut Said dalam Ratnawati dkk. (2014), kriteria perencanaan menurut standart: waktu tinggal rata-rata = 2 - 5 jam dan beban permukaan = 20-50 m³ /m²/hari
6. Bak klorinasi adalah bak pembubuhan kaporit direncanakan dengan alat *dosing pump/infuse chlorinator*, dimana larutan klorin pada konsentrasi yang terukur dialirkan ke dalam air limpasan IPAL melalui saluran selang yang dilengkapi pengatur aliran/kran (Said, 2006).

Metode Analisis data yang dilakukan adalah :

1. Melakukan perhitungan dimensi bangunan utama pengolahan air limbah berdasarkan kriteria perencanaan dan debit air limbah yang direncanakan.
2. Desain perencanaan berupa gambar teknik dengan autocad dan bentuk maket bangunan IPAL biofilter.
3. Analisis perkiraan biaya pembangunan IPAL biofilter sesuai perhitungan standar analisis bangunan: menghitung Anggaran biaya bangunan (Zaenal, 2005). Dasar perhitungan harga barang adalah Pedoman Standar Harga Barang/ Jasa di Kabupaten Ponorogo tahun 2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerobik-aerobik
Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan RS Griya Waluya dialirkan melalui saluran pipa secara gravitasi ke bak pemisah lemak yang dilengkapi *bar screen*, kemudian masuk bak equalisasi. Air limbah masuk ke dalam bak pengendapan awal.

Dari bak pengendapan awal air limbah dialirkan ke bak anaerobik berikut dialirkan ke bak aerobik yang terdapat dua ruang ruang, yaitu satu reaktor biofilter dan bagian lain berisi media dan tempat biakan mikroorganisme yang akan menguraikan polutan yang masih ada dalam air limbah. Air limbah yang sudah melalui pengolahan kemudian dialirkan ke bak klorinasi, di dalam bak klorinasi air limbah kontak dengan klor. Fungsi desinfektan sebagai anti kuman atau pembunuh mikroorganisme patogen.

2. Perhitungan debit air limbah untuk perencanaan IPAL biofilter RS Griya Waluya

Debit air limbah dapat ditentukan dari jumlah tempat tidur, jumlah kunjungan rawat jalan, dan jumlah karyawan RS dikalikan dengan jumlah pemakaian air bersih rata-rata perhari. Berikut estimasi jumlah peningkatan pasien rawat jalan, rawat inap, dan jumlah karyawan RS Griya Waluya untuk 10 tahun mendatang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Pengembangan RS Griya Waluya Prediksi 10 Tahun yang Akan Datang

No.	Pengembangan	Saat ini	10 tahun mendatang	Sumber
1.	Rawat jalan	25	50	Daftar rekam medik tahun 2014
2.	Rawat inap/ TT	50	100	Rencana pengembangan RS
3.	Karyawan	99	198	Rencana pengembangan RS

Berdasarkan Tabel 1 dapat dihitung debit dan kualitas air limbah diperhitungkan berdasarkan debit air limbah (Q) 94 % dari asumsi pemakaian air bersih rata-rata rumah sakit yaitu sekitar 500 L/TT/ hari (Depkes RI, 1993) dan kebutuhan air bersih untuk pasien luar 8 L. orang/ hari (Noorbambang, 2005) serta untuk staf atau pengawai 40 L. orang/ hari (Metcalf dan Eddy, 1991). Dengan perhitungan debit (Q) air limbah = debit (Q) air bersih x 94%.

- Debit air bersih rawat jalan = 50 orang x 8 L/hari = 400 liter/hari
- Debit air bersih rawat inap 100 TT x 500 L/hari = 50.000 liter/hari
- Debit air bersih karyawan 198 orang x 40 L/hari = 7.920 liter/hari

Jadi jumlah pemakaian air bersih adalah = 58.320 liter/hari

Selanjutnya dihitung debit air limbah yang dihasilkan RS Griya Waluya untuk perencanaan 10 tahun mendatang berdasar asumsi 94% x 58,320 m³/hr = 54.821 m³/hr dibulatkan menjadi 55 m³/hari = 0,00063 L/detik.

Hasil pemeriksaan sampel air limbah parameter BOD adalah 203,8 mg/L maka beban air limbah= 55.000 L/hr x 203,8 mg/L = 11.209.000 mg BOD/hari. Prediksi parameter BOD setelah mengalami peningkatan kunjungan dan pengembangan rumah sakit untuk 10 tahun mendatang akan mengalami kenaikan BOD kurang lebih 25% sehingga besarnya BOD = 203,8 mg/L + (0,25 x 203,8 mg/hr) = 254,75 mg/L = 255 mg/L.

3. Perhitungan dimensi IPAL biofilter anaerobik-aerobik RS Griya Waluya
 - a. Bak equalisasi

Perencanaan debit air limbah (Q) = 55 m³/hr

Waktu tinggal 1 jam

Maka volume bak pengumpul adalah 55 m³/hr x 1/24 jam hr = 2,3 m³/hr.

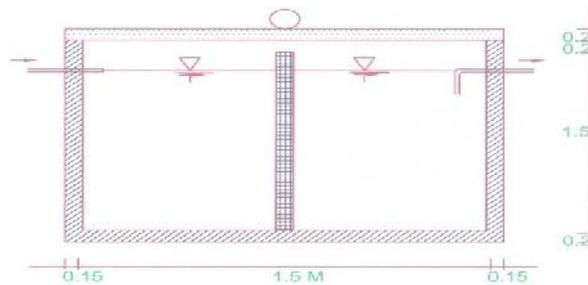
Direncanakan bak berukuran persegi panjang dengan ukuran = panjang x lebar x tinggi = 1,5 m x 1,5 m x 1 m dan ditambah dengan ruang bebas udara 0,2 m. Perhitungan bar screen bila debit puncak 55 m³/hr = 0,00064 m³/dtk dan asumsi kecepatan aliran (V) = 0,1 m/detik,

$$\text{maka luas (A)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,00064 \text{ m}^3/\text{dtk}}{0,1 \text{ m}^3/\text{dtk}} =$$

0,0064 m dimensi bar *screen* untuk bentuk bujur sangkar = $\sqrt{0,0064} \text{ m}^2 = 0,08 \text{ m}^2 = 8 \text{ cm}$.

Maka dengan mengambil ukuran 1 cm x 1 cm luas bar maka akan memperoleh jumlah lubang *screen* = $\frac{8 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} \times \frac{8 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 64$ lubang.

Desain bak equalisasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Desain Bak Equalisasi / Bak Pengumpul

b. Bak sedimentasi awal

Perhitungan perencanaan dimensi bak sedimentasi awal menurut perencanaan (Said,2006) adalah :

Debit air limbah sesuai perhitungan Q = 55 m³/hr

BOD inlet = 255 mg/L

Efisiensi = 25%

BOD outlet = 255 - (25% x 255) = 191 mg/L

Waktu tinggal rata-rata = 4 jam

Volume bak sedimentasi awal = Q x td

$$= 55 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{4}{24} \text{ hr} = 9 \text{ m}^3$$

Dimensi bak berbentuk persegi panjang dengan ukuran pajang = 4 m,

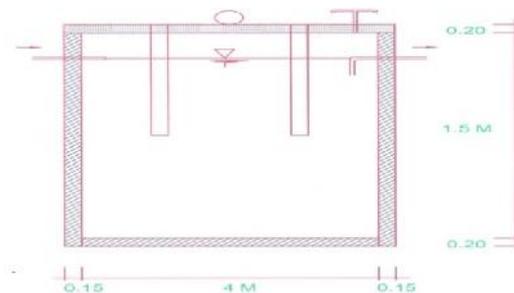
lebar = 1,5 m, tinggi efektif = 1,5 m dan tinggi ruang udara adalah 0,2 m.

Untuk memperpanjang aliran air limbah dibuat zig - zag dengan menambah sekat dipermukaan air limbah.

Volume air limbah = 4 m x 1,5 m x 1,5 m = 9 m³

Cara cek beban permukaan (*surfance loading*) = $\frac{55 \text{ m}^3/\text{hr}}{4 \times 1,5 \text{ m}^2} = 9,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$

Asumsi beban permukaan pada saat puncak 2 kali beban permukaan rata-rata maka dihitung 2x 9,2 m³/m²/hr = 18,4 m³/m²/hr. Dimensi bak sedimentasi awal ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain Bak Sedimentasi Awal

c. Bak biofilter anaerobik

Debit air limbah sesuai perhitungan Q
= 55 m³/hr

BOD inlet
= 191,25 mg/L

Efisiensi
= 70 %

BOD outlet
= 191,25 - (70% x 191,25) =
57,4 mg/L

Ditetapkan beban BOD per volume
media = 0,75 kg BOD/m³/ hr

Beban BOD per volume media 0,4 - 4,7
kg BOD/m³/ hari (standar JWVA dalam
Said, 2006) maka :

Beban BOD dalam air limbah adalah
55m³/ hr x 191,25 g/m³ = 10,519 g/hr =
10,5 kg/hr

Volume media yang diperlukan =
 $\frac{105 \text{ kg/hr}}{0,75 \text{ kg/m}^3/\text{hr}} = 14 \text{ m}^3$

Bila volume media yang diperlukan = 60
% x total volume reaktor maka volume
total reaktor diperlukan $\frac{100}{60} \times 14 \text{ m}^3 =$
23,3 m³

Waktu tinggal air limbah dalam bak
reaktor = $\frac{23,3 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam/hr}}{55 \text{ m}^3/\text{hr}} = 10,2 \text{ jam}$

Sehingga diperoleh dimensi reaktor
biofilter anaerob sebagai berikut :

Panjang x Lebar x Tinggi = 10,3 m x 1,5
m x 1,5 m di tambah dengan ruang bebas
udara = 0,2 m jumlah ruang biofilter
anaerob dibagi dua ruangan.

Dimensi media yang dipakai pada bak
Biofilter anaerob ini dirancang sebagai
berikut :

Tinggi media pembiakan mikroba =
0,9 m

Tinggi ruang lumpur = 0,4
m

Tinggi air diatas media = 0,2
m

Jadi volume total media Biofilter = 0,9
m x 1,5 m x 10,3 m = 13,9 m³

Beban BOD per volume media =
 $\frac{10,5 \text{ kg/hr}}{13,9 \text{ m}^3} = 0,75 \text{ kg/m}^3/\text{hr}$

Standar beban BOD per volume media
adalah 0,4 - 4,7 kg BOD/m³/hr (JWVA
dalam Said, 2006).

Dalam perencanaan instalasi pengolahan
air limbah ini media yang dapat
digunakan adalah kerikil atau pecahan
batu diameter 2 - 3 cm dengan alasan
memiliki luas permukaan spesifik 100 -

200 m²/m³. Harganya murah mudah
didapat pada wilayah setempat dan telah
teruji pada aplikasi pengolahan limbah
dengan *triclilling filter* (Metcalf & Eddy,
2004)

d. Bak biofilter aerobik

Debit air limbah sesuai perhitungan Q
= 55 m³/hr

BOD inlet
= 57,4 mg/L

Efisiensi
= 60 %

BOD outlet
= 57,4 - (60% x 57,4) = 22,96
mg/L

Beban BOD dalam air Limbah
= 55 m³/hr x 57,4 mg/L = 3,2 g/hr

BOD yang dihilangkan
= 60 % x 3,2 kg/hr = 1,92 kg/hr

Jika ditetapkan beban BOD per volume
media = 0,4 kg BOD/m³/hr

Maka volume media yang dibutuhkan =
 $\frac{1,92 \text{ kg/hr}}{0,4 \text{ kg/m}^3/\text{hr}} = 4,8 \text{ m}^3$

Volume media = 40% x volume reaktor

Volume reaktor aerob = $\frac{100}{40} \times 4,8 = 12$
m³

Dalam perencanaan ini reaktor biofilter
aerob dibagi 2 bak yaitu bak untuk aerasi
dan bak untuk media filter seperti berikut
:

1. Bak untuk aerasi

Panjang bak aerasi total x 40% = 5,2 m x
40% = 2,1 m

Jadi = Panjang 2,1 m, lebar 1,5 m, tinggi
1,5 m dan ruang bebas 0,2 m

2. Bak untuk media filter

Panjang bak media filter total x 60% =
5,2 m x 60% = 3,1 m

Jadi = Panjang 3,1 m, lebar 1,5 m, tinggi
1,5 m dan ruang bebas 0,2 m

Tinggi bed pembiakan mikroba = 0,9
m

Tinggi ruang lumpur = 0,4
m

Tinggi air diatas media = 0,2
m

Jumlah total volume reaktor aerob = 5,2
m x 1,5 m x 1,5 m = 11,7 m³

Waktu tinggal air limbah = $\frac{11,7 \text{ m}^3}{55 \text{ m}^3/\text{hr}} \times 24$
jam/hr = 5,1 jam

Volume total efektif media biofilter = 3,1
m x 1,5 m x 0,9 m = 4,2 m³

Pehitungan jumlah kebutuhan oksigen dalam perencanaan ini sebanding dengan BOD yang akan dihilangkan yaitu 1,92 kg/hr.

Faktor keamanan yang ditetapkan kurang lebih 2,0 maka kebutuhan oksigen secara teoritis = faktor keamanan x BOD removal yang akan dihilangkan = 2 x 1,92 kg/hr = 3,84 kg/hr

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

Diasumsi jumlah oksigen didalam udara = 23,2%

Sehingga kebutuhan oksigen teoritis =

$$\frac{1,92 \text{ kg/hr}}{1,1725 \text{ kg/m}^3 \times 0,232 \text{ gr oksigen/gr udara}}$$

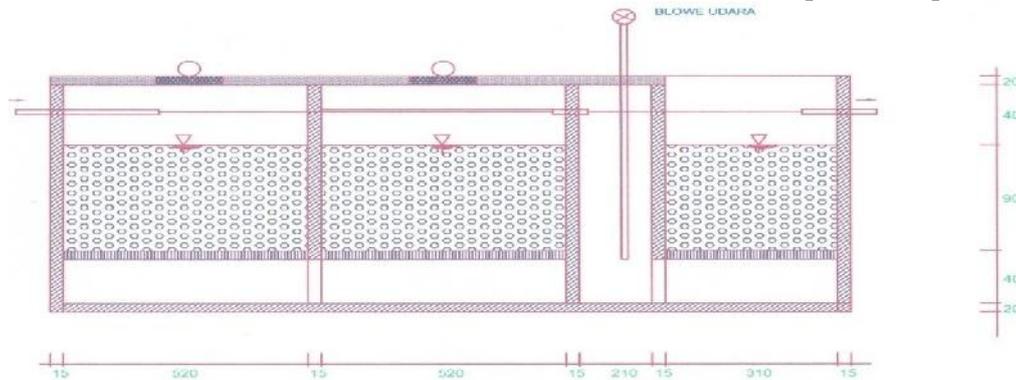
$$= 7,1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Apabila Efisiensi difuser ditetapkan = 5%

Maka kebutuhan udara aktual adalah = $\frac{7,1 \text{ m}^3/\text{hr}}{0,05} = 142 \text{ m}^3/\text{hr} = 98 \text{ L}/\text{menit}$

Jika kapasitas blower untuk mensuplai udara pada bak aerob kurang lebih 100 L/menit adalah tipe hiblow 100, spesifikasi = 100 L/menit, listrik = 95 watt, air flow = 100 L/menit, nose lever = 38 Db, weight = 8,5 kg, normal pressure = 177 mbar, max pressure = 450 mbar, ambient = 5-40c ip class = ip 44 jumlah 1 unit untuk pengoperasian aerasi.

Desain bak biofilter anaerob dan aerob dan aerob dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Desain Bak Biofilter Anaerobik-aerobik

e. Bak sedimentasi akhir

Debit air limbah sesuai perhitungan Q = 55 m³/hr

Waktu tinggal = 4 jam

BOD inlet = 22,96 mg/L

Maka volume bak sedimentasi

$$= 55 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{4}{24 \text{ hr}} = 9,1 \text{ m}^3$$

Dimensi bak yang direncanakan berbentuk persegi panjang dengan ukuran sebagai berikut = p x l x t = 4 m x 1,5 m x 1,5 m dan tinggi ruang bebasnya adalah

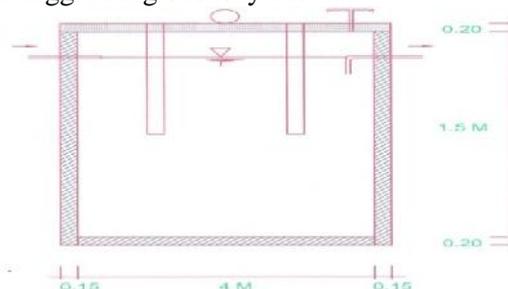
0,2 m. Bak dibuat sekat untuk memperpanjang aliran air limbah, pada permukaan air limbah.

Volume efektif bak sedimentasi akhir = p x l x t = 4 m x 1,5 m x 1,5 m = 9 m³

Beban permukaan (*surfance loading*) = $\frac{55 \text{ m}^3/\text{hr}}{4 \times 1,5 \text{ m}^2} = 9,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$

Beban permukaan saat puncak dihitung = 18,4 m³/ m²/hr (standartJWWA 20 – 50 m³/ m²/hr)

Desain bak sedimentasi akhir dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Desain Bak Sedimentasi Akhir

- f. Klorinasi
 Klorinasi secara injeksi dilakukan menggunakan *dosing pump/ infuse chorinator*. Bahan yang digunakan adalah kaporit karena memiliki kelebihan ekonomis dan efektif membunuh mikroorganisme (Fair dan Geyer, 1971). Berikut perhitungan kebutuhan klor :
 Debit (Q) = 55 m³/ hr = 0,6 l/detik
 Kaporit Ca(OCL)₂ dengan kadar klor 70%
 Diasumsikan daya pengikat klor (DPC) dari uji laboratorium selama 30 menit untuk air limbah = 2,5 mg/L (Komariah dan Sugito,2011)
- Sisa klor yang diharapkan = 0,5 mg/L (Fair dan Geyer, 1971)
 Jadi kebutuhan klor = 2,5 mg/L + 0,5 mg/L = 3 mg/L
 Maka kebutuhan kaporit = 0,6 L/dtk x $\frac{100}{70}$ x 3 mg/L = 2,5 mg/dtk
 Sehingga kebutuhan kaporit per/ hr = 2,5 mg/dtk x 86400 dtk/hr = 216.000 mg/hr = 2,2 kg/hr
 Waktu tinggal air limbah = $\frac{1m3}{55 m3/hari}$ x 24 jam = 0,44 jam
 Berdasarkan perhitungan perencanaan diperoleh dimensi IPAL Biofilter di Rumah Sakit Griya Waluya Kabupaten Ponorogo yang ditunjukkan pada Tabel 2.

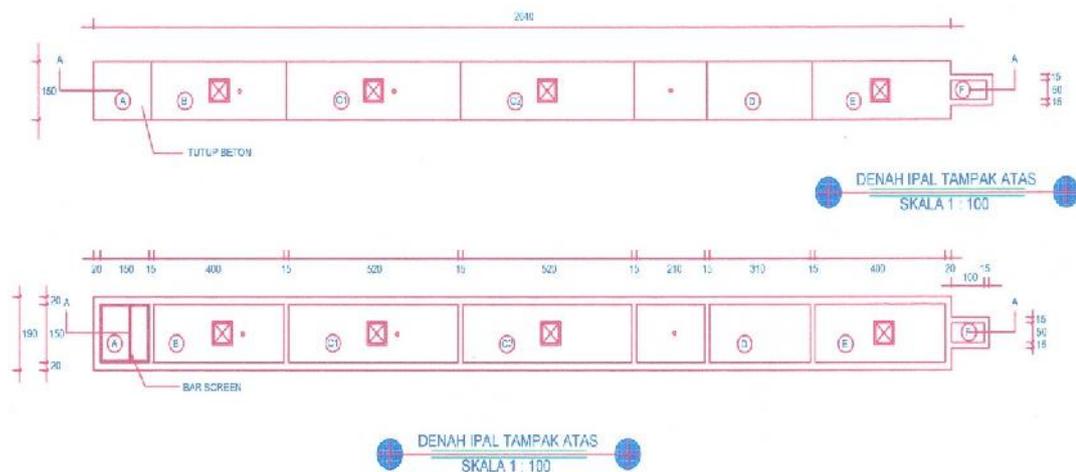
Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimensi IPAL Biofilter yang Direncanakan dengan Debit 55 m³/ hari

No	Unit	Dimensi			Tb (m)	Td (jam)
		P (m)	L (m)	T (m)		
1.	Bak Equalisasi/Pengumpul	1,5	1,5	1,0	0,2	1,00
2.	Bak Sedimentasi Awal	4,0	1,5	1,5	0,2	4,00
3.	Bak Biofilter Anaerob	10,3	1,5	1,5	0,2	10,20
4.	Bak Biofilter Aerob	5,2	1,5	1,5	0,2	5,10
5.	Bak Sedimentasi Akhir	4,0	1,5	1,5	0,2	4,00
6.	Bak Klorinasi	1,0	1,0	1,0	0,2	0,44

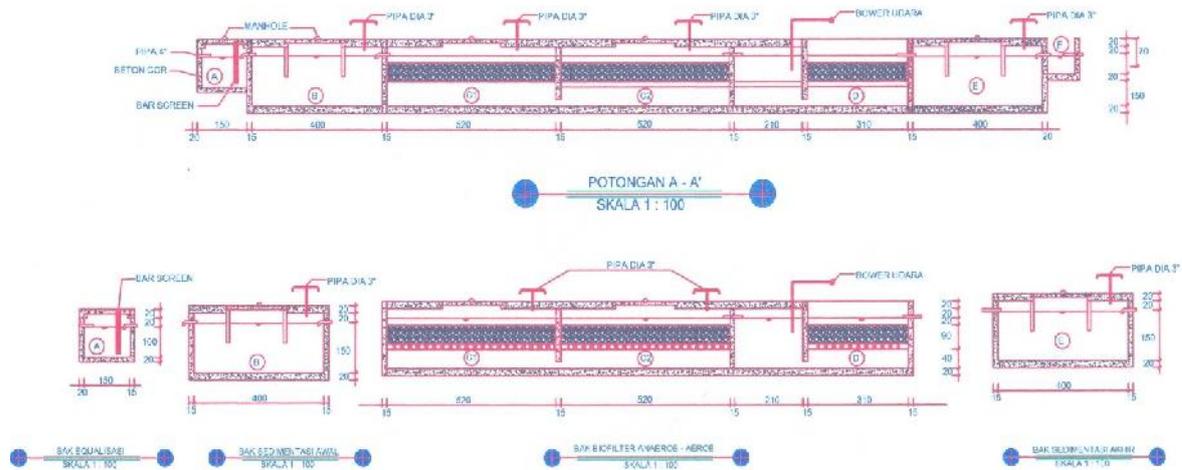
Keterangan : P= panjang, L = Lebar, T = Tinggi efektif, Tb = Tinggi ruang bebas udara, Td = Waktu Tinggal (*Time Detention*)

Adapun gambar perencanaan IPAL biofilter RS Griya Waluya Kabupaten

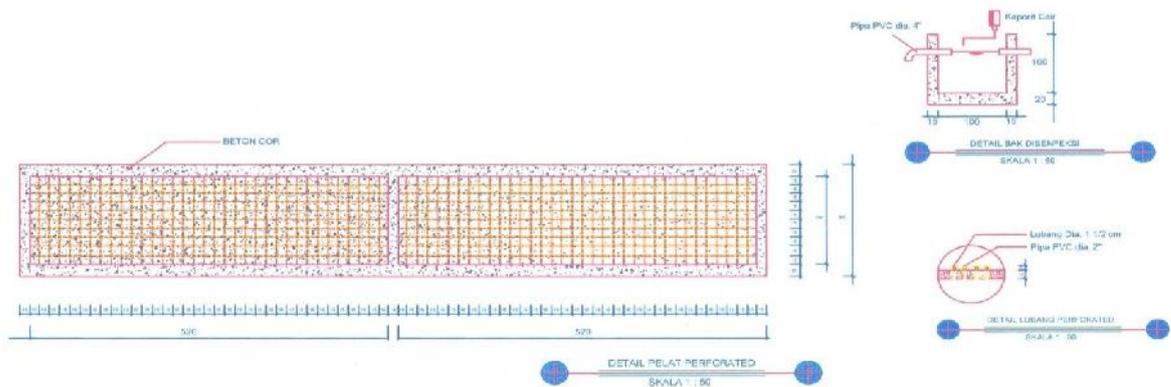
Ponorogo disajikan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 6. Rancangan IPAL Biofilter Rumah Sakit Griya Waluya Kabupaten Ponorogo Tampak Atas



Gambar 7. Rancangan IPAL Biofilter Rumah Sakit Griya Waluya Kabupaten Ponorogo Tampak Samping



Gambar 8. Rancangan IPAL Biofilter Rumah Sakit Griya Waluya Kabupaten Ponorogo untuk Plat Perforated

4. Perhitungan RAB pembangunan IPAL biofilter RS Griya Waluya Kabupaten Ponorogo. Perhitungan biaya pembangunan IPAL biofilter ini didasarkan pada kemampuan RS dengan mengacu pada standar satuan harga di Kabupaten Ponorogo (Keputusan Bupati Ponorogo

No.188.45.405.15/2015). Berdasarkan perhitungan dimensi IPAL biofilter diperoleh hasil analisis biaya konstruksi dari perhitungan volume kegiatan yang dilakukan pada pembangunan IPAL biofilter RS Griya Waluya sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. RAB Pembangunan IPAL biofilter RS Griya Waluya Kabupaten Ponorogo

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembersihan Lokasi	47,175 m ³	LS	Rp. 300.000,00
2	Pengukuran Bounplank	47,175 m ³	LS	Rp. 285.000,00
3	Galian	102,516 m ³	Rp. 42.160,00	Rp. 4.322.074,00
4	Pasir Urug	4,899 m ³	RP. 128.000,00	Rp. .627.072,00
5	Rambatan Lantai Kerja	1,4697 m ³	RP . 739.618,00	Rp. 1.087.017,00
6	Beton Bertulang	21,942 m ³	RP. 2.962.787,00	Rp. 65.009.472,00
7	Dinding Bata	108,85 m ³	RP. 159.195,00	Rp. 17.328.376,00
8	Plesteran Dalam Bak	108,85 m ³	RP. 64.970,00	RP. 7.071.984,00
9	Plat Proporarated	3,0375 m ³	RP. 4.444.180,00	Rp. 13.499.196,00
10	Media kerikil	18,1 m ³	RP. 132.000,00	RP. 2.389.200,00
11	Perpipaan	10 titik	RP. 50.000,00	Rp. 500.000,00
12	Bar Screen Besi	2,25 m ³	RP. 400.000,00	Rp. 900.000,00
13	Blower	1 unit	Rp. 1.500.000,00	Rp. 1.500.000,00
14	Urugkan Kembali	10,855 m ³	Rp. 10.540,00	Rp. 114.728,00
15	Pembersihan Lokasi	47,175 m ³	LS	Rp. 600.000,00
Total Biaya				Rp. 115.534.119,00

Dasar estimasi : Standart satuan harga barang bidang sarana dan upah bidang prasarana fisik Kab. Ponorogo tahun anggaran 2015

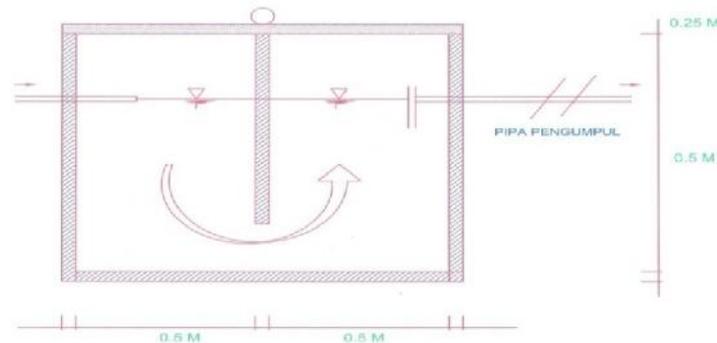
Berdasarkan hasil analisis dari perhitungan desain selanjutnya dilakukan pembahasan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembahasan Hasil Perhitungan Dimensi IPAL RS Griya Waluya Kabupaten Ponorogo

No.	Unit	Perhitungan Dimensi (p x l x t)	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu
1.	Bak equalisasi	1,5 m x 1,5m x 1 m	Perhitungan dimensi bak equalisasi berdasarkan pada pengembangan RS Griya Waluya 10 tahun mendatang dan pertimbangan lahan yang tersedia. Penelitian yang dilakukan oleh Komariah dan Sugito (2011) untuk bak equalisasi perencanaanya dikali debit puncak sebesar 200%.
2.	Bak sedimentasi awal	4 m x 1,5 m x 1,5 m	Perhitungan bak sedimentasi awal, efisiensi penurunan BOD sebesar 25 % karena waktu tinggal 4 jam, diharapkan partikel diskret lebih banyak mengendap pada bak sedimentasi karena limbah rumah sakit sumber limbahnya lebih kompleks dibanding poliklinik UNIPA Surabaya bak sedimentasi awal dengan asumsi efisiensi penurunan BOD sebesar 20% (Rahmawati, Akholif, dan Sugito, 2014)
3.	Bak biofilter anaerobik	10,3 m x 1,5 m x 1,5 m	Sumber air limbah rumah sakit lebih kompleks dan debit lebih besar dibanding dengan poliklinik maupun puskesmas, sehingga waktu tinggal pada perhitungan dimensi IPAL biofilter anaerobik RS Griya Waluya 10,2 jam, membutuhkan dimensi yang lebih luas sedang pada penelitian poliklinik UNIPA Surabaya waktu tinggal 2 jam tp dimensi bak lebih kecil (Rahmawati, Alkholif, dan Sugito, 2014) Media tumbuh bakteri yang digunakan pada bak biofilter anaerob pada penelitian IPAL RS Griya Waluya adalah batu bediameter 2-3 cm. Sedang pada penelitian (Said, 2006) menggunakan plastic media tipe honey comb tuta.
4.	Bak biofilter aerobik	5,2 m x 1,5 m x 1,5 m	Debit air limbah rumah sakit berbeda dengan poliklinik (Rahmawati, Alkholif, dan Sugito, 2014) maupun puskesmas (Komariah dan Sugito, 2011) maka bak biofilter RS lebih besar dan waktu tinggal lebih lama dan berpengaruh pada kebutuhan oksigen untuk meyuplay udara.
5.	Bak sedimentasi akhir	4 m x 1,5 m x 1,5m	Pada penelitian ini waktu tinggal beda dibanding dengan penelitian (Rahmawati, Alkholif, dan Sugito, 2014), karena debit air limbah dan beban permukaan yang berbeda antara RS, Puskesmas, dan Poliklinik.
6.	Bak klorinasi	1 m x 1 m x 1 m	Pada penelitian ini dan penelitian oleh Komariah dan Sugito (2011) dilakukan perhitungan kebutuhan kaporit sebagai desinfektan, karena mengingat air limbah RS dan puskesmas tergolong limbah infeksius.

Sebelum air limbah masuk IPAL sebaiknya dilakukan pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) pengambilan benda terapung dan pengambilan benda yang mengendap seperti pasir pengolahan pendahuluan bertujuan untuk

mensortir kerikil, lumpur, menghilangkan zat padat/ sampah padat, juga memisahkan lemak. Buangan dari dapur harus dilakukan pemisahan lemak. Berikut desain bak penangkap lemak sesuai Gambar 8.



Gambar 8 Desain Bak Penangkap Lemak

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Debit air limbah yang dihasilkan Rumah Sakit Griya Waluya dalam perencanaan 10 tahun mendatang adalah $55 \text{ m}^3/\text{hr}$.
2. Dimensi bangunan IPAL Biofilter yang direncanakan adalah:
 - a. Bak Equalisasi / Bak Pengumpul:
 $P = 1,5 \text{ m}$; $L = 1,5 \text{ m}$; $T = 1,5 \text{ m}$; $T_b = 0,2 \text{ m}$
 - b. Bak Sedimentasi:
 $P = 4 \text{ m}$; $L = 1,5 \text{ m}$; $T = 1,5 \text{ m}$; $T_b = 0,2 \text{ m}$
 - c. Bak Anaerobik:
 $P = 10,3 \text{ m}$; $L = 1,5 \text{ m}$; $T = 1,5 \text{ m}$; $T_b = 0,2 \text{ m}$
 - d. Bak Aerobik:
 $P = 5,2 \text{ m}$; $L = 1,5 \text{ m}$; $T = 1,5 \text{ m}$; $T_b = 0,2 \text{ m}$
 - e. Bak Sedimentasi Akhir:
 $P = 4 \text{ m}$; $L = 1,5 \text{ m}$; $T = 1,5 \text{ m}$; $T_b = 0,2 \text{ m}$

f. Bak Klorinasi:

$$P = 1 \text{ m}; L = 1 \text{ m}; T = 1 \text{ m}; T_b = 0,2 \text{ m}$$

Dimensi bangunan IPAL berbentuk persegi panjang karena debit air limbah yang cukup besar yaitu $55 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan lahan yang tersedia ukuran $1,5 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 45 \text{ m}^2$

3. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya pembangunan IPAL Biofilter debit $55 \text{ m}^3/\text{hari}$ adalah Rp. 115.535.000,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur RS Griya Waluya dan seluruh staf di Kabupaten Ponorogo, Pemerintah Daerah Kabupaten Alor, khususnya Dinas Kesehatan yang telah memberikan kesempatan dan biaya sehingga dapat menempuh program S1 Program Studi Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes RI Direktorat Jenderal Pelayanan Medik Direktorat Instalasi Medik, 1993. *Pedoman Pemeliharaan Instalasi Pengolah Limbah Cair Rumah Sakit*. Jakarta : Depkes RI.
- Fair, G. M. J. C. Geyer, D. A *Okun Elemen Of Water Supply and Wastewater Disposal*, '2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc, New york, 1971
- Keputusan Bupati Ponorogo Nomor 188.45/405.14/2015 tentang *Standar Satuan Harga Barang dan Upah Bidang Sarana Dan Prasarana Fisik Kabupaten Ponorogo Tahun Anggaran 2015*
- Metcalf and Eddy, 1991 *Wastewater Engineering : treatment, Disposal, and Reuse, Mcgraw-hill Inc. New York*.

-
- Metcalf and Eddy waste water, 2004, *Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, Mcgraw-hill Inc. New York.*
- Noorbambang, Soufyan M. Dan Marimura, T 2005. *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing.* PT.PradyaParamita, Jakarta
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No : 72 Tahun 2013 *Tentang Baku Mutu Limbah bagi Industri dan / Kegiatan lainnya.*
- Ratnawati R, Mohamad Alkholif dan Sugito, 2014. *Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik Unipa Surabaya.* Jurnal Teknik Waktu Volume 12 Nomor 02-juli 2014 ISSN : 1412-1867, Surabaya.
- Said. NI, 2006. *Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit.* Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Air Limbah, Pusat Pengkajian dan Penerapan Lingkungan, BPPT, Jakarta
- Said NI, 2006. *Paket Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anerob-aerob.*
- Komariyah. S dan Sugito, 2011. *Perencanaan IPAL Biofilter di UPTD Kesehatan Puskesmas Gondang Wetan Kabupaten Pasuruan.* Jurnal Teknik Waktu Volume 09 Nomor 02-juli 2011 ISSN : 1412-1867, Surabaya.
- Zaenal , A.Z, 2005. *Analisis Bangunan : menghitung Anggaran Biaya Bangunan* . gramedia Pustaka Utama, Jakarta.