

## Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit (Studi Kasus: RSUD Dr. R. Koesma Tuban)

Anjan Victor Perdana<sup>1\*</sup>, Moch. Luqman Ashari<sup>2</sup>, Denny Dermawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, *Jurusan Teknik Permesinan Kapal*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl.Teknik Kimia, Kampus-ITS, Sukolilo, Surabaya, Indonesia 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, *Jurusan Teknik Permesinan Kapal*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl.Teknik Kimia, Kampus-ITS, Sukolilo, Surabaya, Indonesia 60111

\*E-mail: anjanvictor25@gmail.com

### Abstrak

RSUD Dr. R. Koesma Tuban memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas pengolahan 100 m<sup>3</sup>/hari. Rumah Sakit Tuban melakukan pengembangan luas bangunan untuk meningkatkan standart Rumah Sakit dari tipe C ke tipe B. Tahun 2017/2018 rumah sakit menambah dua gedung baru yaitu Graha Aryo Tejo 1 dan 2, sehingga kebutuhan air bersih dan debit air limbah yang dihasilkan Rumah Sakit meningkat. Hal ini mengakibatkan *overflow* pada IPAL eksisting, karena debit air limbah yang dihasilkan rumah sakit melebihi kapasitas IPAL eksisting. Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan ulang IPAL rumah sakit, dengan cara penambahan IPAL baru untuk mengolah penambahan debit air limbah rumah sakit. Metode yang digunakan adalah metode wawancara dan pengumpulan data meliputi jumlah tempat tidur, jumlah karyawan, jam operasi *laundry* dan gizi, jumlah jenazah, *layout* Rumah Sakit, hasil uji karakteristik air limbah, luas lahan, dan dimensi IPAL eksisting. Hasil perhitungan dimensi IPAL baru didapatkan dimensi bak ekualisasi : 4 m x 4 m x 2,3 m, bak *extended aerasi* : 6,6 m x 2,2 m x 4,3 m, bak pengendap diameter = 2,4 m dan tinggi = 3 m, bak penampung : 1,5 m x 0,75 m x 1,3 m dan bak desinfeksi : 1 m x 0,75 m x 1,3 m.

**Kata Kunci** : air limbah, IPAL, *overflow*, rumah sakit.

### 1. PENDAHULUAN

Pencemaran air limbah sebagai salah satu dampak pembangunan di berbagai bidang disamping memberikan manfaat bagi kesejahteraan rakyat. Selain itu peningkatan pencemaran lingkungan juga diakibatkan dari meningkatnya jumlah penduduk beserta aktifitasnya. Limbah yang berbentuk cair yang tidak dikelola dengan baik bisa menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya (Asmadi, 2012).

Upaya pencegahan timbulnya pencemaran lingkungan dan bahaya yang diakibatkannya serta yang akan menyebabkan kerugian sosial ekonomi, kesehatan dan lingkungan, maka harus ada pengelolaan secara khusus terhadap limbah tersebut, agar bisa dihilangkan atau dikurangi sifat bahayanya. Selain itu, perlu diusahakan metode pengelolaan yang ramah lingkungan, serta pengawasan yang benar dan cermat oleh berbagai pihak (Asmadi, 2012).

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Dr. R. Koesma Tuban melakukan pengembangan luas bangunan untuk meningkatkan standart Rumah Sakit dari tipe C ke tipe B. Tahun 2017/2018 Rumah Sakit menambah dua gedung baru yaitu Graha Aryo Tejo 1 dan 2, sehingga kebutuhan air bersih dan debit air limbah yang dihasilkan Rumah Sakit meningkat. Hal ini mengakibatkan *overflow* pada IPAL eksisting. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan IPAL baru dan perhitungan dimensi terhadap IPAL baru.

### 2. METODE PERANCANGAN

Obyek studi dilakukan di RSUD Dr. R. Koesma Tuban yang terletak pada Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No.800, Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

#### Data yang dibutuhkan

##### 1. Data Admintrasi

Yang termasuk dalam data administrasi RSUD Dr. R. Koesma Tuban adalah sebagai berikut.

- a. Jumlah tempat tidur rumah sakit
- b. Jumlah karyawan

2. Data layout rumah sakit
3. Data Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting.

#### Langkah-Langkah Penyelesaian

Langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan dalam menyelesaikan studi ini adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data  
Data-data yang dikumpulkan adalah
  1. Jumlah tempat tidur dan jumlah karyawan didapat dari data administrasi rumah sakit.
  2. Data layout rumah sakit.
  3. Data kapasitas instalasi pengolahan air limbah eksisting dan masterplan.
2. Analisis Data
  1. Melakukan pengujian karakteristik inlet IPAL.
  2. Menghitung total debit air limbah rumah sakit dari beberapa sumber penghasil limbah cair rumah sakit seperti jumlah tempat tidur, jumlah karyawan, unit *laundry*, unit gizi, masjid dan kamar jenazah.
  3. Menghitung dimensi tiap-tiap unit IPAL rencana (baru).
  4. Membuat kesimpulan dan saran.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

RSUD Dr. R. Koesma Tuban terletak di Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo, Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban dengan luas bangunan 24.973 m<sup>2</sup>. Rumah Sakit memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas pengolahan 100 m<sup>3</sup>/hari, akan tetapi terjadi *overflow* pada IPAL eksisting rumah sakit. Hal ini diakibatkan karena penambahan luas bangunan pada rumah sakit, sehingga meningkatkan kebutuhan penggunaan air bersih dan debit air limbah. Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan ulang IPAL Rumah Sakit, dengan cara penambahan IPAL baru untuk mengolah sisa debit air limbah Rumah Sakit.

#### Debit Air Limbah

Debit air limbah yang dihasilkan rumah sakit berdasarkan hasil pengolahan data sebesar 171 m<sup>3</sup>/hari. Debit air limbah dihasilkan dari beberapa sumber seperti jumlah tempat tidur, jumlah karyawan, unit *laundry*, unit gizi, masjid dan kamar jenazah. IPAL baru digunakan untuk mengolah sisa air limbah yang tidak dapat diolah di IPAL eksisting sebesar 71 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 1** Debit Air Limbah Rumah Sakit

No.	Sumber	Jumlah (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tempat tidur	136,8
2.	Karyawan	14,5
3.	Unit <i>Laundry</i>	14,8
4.	Unit Gizi	2,45
5.	Masjid	2,4
6.	Kamar jenazah	0,016
	Total Debit Air Limbah Rumah Sakit	171

#### Kualitas Air Limbah

Hasil laboratorium diperoleh data kualitas air limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Sakit.

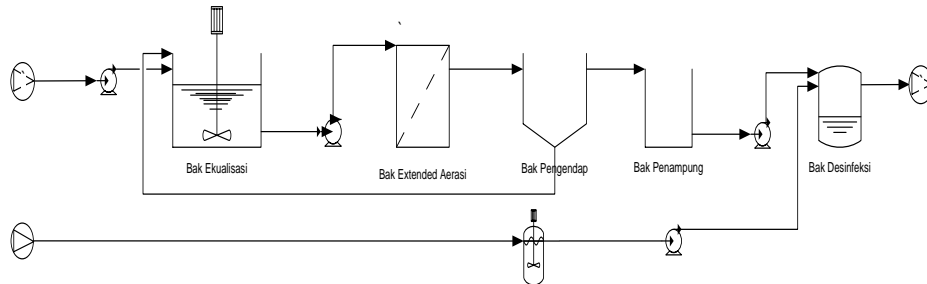
**Tabel 2** Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Ket
1.	Suhu	°C	30	27	Sesuai
2.	Ph	-	6 – 9	8	Sesuai
3.	BOD <sub>5</sub>	mg/L	30	356	Melebihi
4.	COD	mg/L	80	437	Melebihi
5.	TSS	mg/L	30	389	Melebihi
6.	NH <sub>3</sub> -N Bebas	mg/L	0,1	0,3	Melebihi
7.	PO <sub>4</sub>	mg/L	2	2,4	Melebihi

Sumber : Hasil Analisa UPTD Laboratorium Lingkungan Tuban (2017)

**Alternatif Perancangan**

Perancangan IPAL rencana digunakan dua alternatif pengolahan biologis yang dibandingkan yaitu *Conventional Activated Sludge* dan *Extended Aeration*, dimana kedua unit dipilih karena dapat meremoval amonia yang dihasilkan Rumah Sakit. Hasil perbandingan terhadap kedua alternatif dipilih unit *extended aeration*, karena mampu menyisihkan semua parameter yang terkandung pada air limbah rumah sakit, sehingga hasil *effluent* tidak melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. PFD alternatif IPAL terpilih dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1** Alternatif Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban

**Dimensi IPAL Rencana**

**Bak Ekualisasi**

Bak ekualisasi berfungsi untuk meratakan beban organik dengan cara meratakan debit aliran yang masuk ke pengolahan selanjutnya. Debit yang masuk ke bak ekualisasi adalah penambahan debit air limbah rumah sakit yaitu 71 m<sup>3</sup>/hari, karena kapasitas IPAL eksisting hanya 100 m<sup>3</sup>/hari. Hasil pengamatan *lift station* atau pompa *submersible* kondisi eksisting didapatkan jam puncak pada pukul 08.00 – 11.00 WIB (3 jam).

**Perhitungan Dimensi**

<b>Direncanakan tinggi bak</b>	<b>= 2 m</b>
<b>Q ave</b>	= 71 m <sup>3</sup> /hari = 2,96 m <sup>3</sup> /jam
<b>Faktor peak</b>	= 3,5
<b>Q peak</b>	= Q ave x fp = 2,96 m <sup>3</sup> /jam x 3,5 = 10,35 m <sup>3</sup> /jam
<b>Volume</b>	= Qpeak x td = 10,35 m <sup>3</sup> /jam x 3 jam = 31,05 m <sup>3</sup>
<b>Luas permukaan (As)</b>	= Volume / H <sub>air</sub> = 31,05 m <sup>3</sup> / 2 m = 15,53 m <sup>2</sup>
<b>P = L</b>	= (As) <sup>0,5</sup> = (15,53 m <sup>2</sup> ) <sup>0,5</sup> = 4 m
<b>Kedalaman total</b>	= 2 m + 0,3 m = 2,3 m
<b>Cek Td</b>	= Volume / Q peak = 4 m x 4 m x 2m / 10,35 jam = 3,09 jam (OK)

**Bak Extended Aeration**

Pengolahan aerasi yang digunakan adalah sistem extended aerasi. Extended aerasi memiliki ciri khas waktu tinggal yang relative lama dan rasio makanan berbanding mikroorganisme rendah. (Wulandari, D. 2012)

**Kriteria Desain**

<b>Td</b>	= 18 – 36 jam	(Qasim, 1985)
<b>F/M</b>	= 0,05 – 0,15 hari <sup>-1</sup>	(Qasim, 1985)
<b>Umur lumpur</b>	= 20 – 30 hari	(Qasim, 1985)

**Dimensi**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume reaktor} &= \frac{Qb_{ak} \times \theta_c \times Y \times (S_0 - S_{eff})}{X \times (1 + k_d \cdot \theta_c)} \\
 &= \frac{71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 30 \text{ hari} \times 0,7 \times (356 - 14,42 \text{ mg/L})}{4500 \text{ mg/L} \times (1 + (0,03/\text{hari} \times 30 \text{ hari}))} \\
 &= 53,39 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas tanki} &= \text{Volume reaktor} / \text{kedalaman} \\
 &= 53,39 \text{ m}^3 / 4 \text{ m} \\
 &= 13,35 \text{ m}^2 \\
 \text{Lebar tanki (L)} &= (\text{Luas tanki}/3)^{0,5} \\
 &= (13,35 \text{ m}^2/3)^{0,5} \\
 &= 2,2 \text{ m} \\
 \text{Panjang tanki (P)} &= \text{Lebar tanki} \times 3 \\
 &= 2,2 \text{ m} \times 3 \\
 &= 6,6 \text{ m} \\
 \text{Cek td} &= V/Q \\
 &= \frac{(6,6 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \times 4 \text{ m})}{0,000822 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 86.400 \text{ detik}} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 19,63 \text{ jam} \quad \text{(OK)} \\
 \text{F / M Rasio} &= \frac{Q S_0}{V X} \\
 &= \frac{71 \text{ m}^3/\text{hari} \times 356 \text{ mg/L} \times 1000 \text{ L/m}^3}{(6,6 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \times 4500 \text{ mg/L} \times 1000 \text{ L/m}^3} \\
 &= \frac{25,276 \text{ kg/hari}}{261,36 \text{ kg}} \\
 &= 0,097 \text{ kg BOD}_5 / \text{kg VSS hari} \quad \text{(OK)}
 \end{aligned}$$

**Kebutuhan Oksigen**

$$\begin{aligned}
 P_x &= Y_{obs} \times Q_{tiptanki} \times (S_0 - S) \\
 &= 0,368 \times 71 \text{ m}^3/\text{hari} \times (356 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 3,75 \frac{\text{mg}}{\text{l}}) \times 10^3 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} \times 1 \text{ kg}/10^6 \text{ mg} \\
 &= 8,953 \text{ kg/hari (MLVSS)} \\
 \text{Kebutuhan oksigen teoritis} &= \frac{Q_{total} \times (S_0 - S_{eff})}{0,68} - 1,42 P_x \\
 &= \frac{71 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times (356 - 49,84 \frac{\text{g}}{\text{m}^3})}{0,68} - 1,42 \times 8,953 \text{ kg/hari} \\
 &= 19,26 \text{ kg/hari} \\
 \text{SOR} &= N / [(C^*_{sw} \times b \times F_a - C) / C_{sw}] (1,024)^{T-20} \times a \\
 &= 19,26 \text{ kg/hari} / [(8 \text{ mg/L} \times 0,9 \times 0,95 - 2 \text{ mg/L}) / 9,15 \text{ mg/L}] \\
 &\quad (1,024)^{27-20} \times 0,85 \\
 &= 36,33 \text{ kg/hari} \\
 \text{Kebutuhan udara} &= \text{SOR} / (\text{berat udara} \times 0,21) \\
 &= 36,33 \text{ kg/hari} / (1,201 \text{ kg/m}^3 \times 0,21) \\
 &= 145,32 \text{ m}^3/\text{hari udara} \\
 \text{Efisiensi difusi udara} &= 10\% (\text{Diffuser disk aerator diameter 240 mm}) \\
 \text{Kebutuhan udara teoritis} &= \text{Kebutuhan udara} / \text{effs difusi udara} \\
 &= 145,32 \text{ m}^3/\text{hari udara} / 0,1 \\
 &= 1453,2 \text{ m}^3/\text{hari udara} \\
 \text{Kebutuhan udara total} &= \text{Kebutuhan udara teoritis} \times 1,5 \\
 &= 1453,2 \text{ m}^3/\text{hari udara} \times 1,5 \\
 &= 2179,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 1,51 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 \text{Lumpur yang dihasilkan} &= \frac{21,543 \text{ kg/hari}}{1,005 \times 0,015 \times 1000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 1,43 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

**Bak Pengendap**

Unit sedimentasi didesain berdasarkan 4 zona yang ada pada unit sedimentasi. Setiap zona didesain secara terpisah dengan tujuan agar aliran yang masuk kedalam unit sedimentasi dapat laminar.

**Kriteria Desain**

$$\text{Overflow rate} = 8 - 16 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \quad (\text{Qasim, 1985})$$

$$\text{Weir loading rate} = < 124 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \quad (\text{Qasim, 1985})$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= 71 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,43 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 69,57 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

**Dimensi**

$$\begin{aligned} \text{As} &= Q / \text{OFR} \\ &= \frac{69,57 \text{ m}^3/\text{hari}}{16 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}} \\ &= 4,35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \left( \frac{4,35 \text{ m}^2}{3,14} \right)^{0,5} \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter} = 2,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek OFR} &= Q \text{ tiap bak} / \text{As} \\ &= 69,57 \text{ m}^3/\text{hari} / (3,14 \times (1,2) \text{ m}^2) \\ &= 16 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 2,9 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam} \\ &= 11,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman bak (H)} &= \text{Volume} / \text{As} \\ &= \frac{11,6 \text{ m}^3}{4,52 \text{ m}^2} \\ &= 2,6 \text{ m} \end{aligned}$$

**Zona Inlet**

Saluran inlet BP sama dengan saluran Outlet bak extended aerasi

Direncanakan :

Kecepatan aliran minimal(v)= 0,6 m/detik

$$\begin{aligned} A &= Q / V \\ &= 0,000805 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,6 \text{ m/detik} \\ &= 0,0014 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= (4 \cdot A / \pi)^{0,5} \\ &= (4 \cdot 0,0014 \text{ m}^2 / 3,14)^{0,5} \\ &= 0,042 \text{ m} \\ &= 0,038 \text{ m (1,5 inch)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ cek} &= Q / A \\ &= 0,000805 \text{ m}^3/\text{detik} / 3,14 (0,019)^2 \text{ m}^2 \\ &= 0,71 \text{ m/detik} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_v &= V^2 / 2g \\ &= (0,71 \text{ m/detik})^2 / 2 (9,81 \text{ m/detik}^2) \\ &= 0,025 \text{ m} \end{aligned}$$

**Zona Outlet**

Direncanakan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang total weir} &= 3,14 \times 2,4 \text{ m} \\ &= 7,54 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar pusat v-notch Weir} &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar v-notch weir} = 0,1 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang weir} &= 7,54 \text{ m} \\ \text{Weir Loading Rate} &= Q / \text{Panjang weir} \\ &= 69,57 \text{ m}^3/\text{hari} / 7,54 \text{ m} \\ &= 9,23 \text{ m}^3/\text{m.hari} \end{aligned}$$

Jika jarak antar *v-notch weir* adalah 20 cm, maka pada jarak 1 meter terdapat 5 buah *v-notch weir*, sehingga jumlah *v-notch* total adalah

$$\begin{aligned} \text{Jumlah V-notch total} &= 7,54 \text{ m} / 0,2 \text{ m} \\ &= 38 \text{ unit} \\ \text{Debit tiap v-notch} &= 69,57 \text{ m}^3/\text{hari} / 38 \\ &= 1,831 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,0000212 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Ketinggian muka air diatas *v-notch*

$$\begin{aligned} Q_{\text{notch}} &= \left( \frac{15}{8} \times \left( \frac{Q}{Cd \times \tan 45 \sqrt{2 \times 9,81}} \right) \right)^{2/5} \\ H &= \left( \frac{15}{8} \times \left( \frac{0,0000212}{0,6 \times \tan 45 \sqrt{2 \times 9,81}} \right) \right)^{2/5} \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensi Gulet

$$\begin{aligned} V \text{ saluran} &= 0,6 \text{ m/detik} \\ \text{Lebar (b)} &= 0,2 \text{ m} \\ \text{Panjang (l)} &= \text{Keliling BP} \\ &= 7,54 \text{ m} \\ \text{Slope saluran direncanakan} &= 0,0002 \\ S &= Hf / l \\ \text{Headloss saluran (hf)} &= S \times l \\ &= 0,0002 \times 7,54 \text{ m} \\ &= 0,0051 \text{ m} \\ V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ R &= 0,03 \\ R &= \frac{b \times h}{b+2h} \\ \text{Kedalaman saluran (h)} &= \frac{b \times r}{b-2r} \\ &= 0,043 \text{ m} \\ \text{Freeboard 15\%} &= 0,15 \times 0,043 \text{ m} \\ &= 0,0065 \text{ m} \\ \text{Headloss kecepatan} &= V^2 / 2g \\ &= (0,6 \text{ m/detik})^2 / 2 (9,81 \text{ m/detik}^2) \\ &= 0,031 \text{ m} \\ \text{Headloss Total} &= Hf \text{ saluran} + Hf \text{ kecepatan} \\ &= 0,0051 \text{ m} + 0,031 \text{ m} \\ &= 0,0361 \text{ m} \end{aligned}$$

### Zona Lumpur

Direncanakan :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi solid} &= 1,5 \% \\ \text{Konsentrasi air} &= 98,5 \% \\ \text{Spesific grafitasi (Sg) solid} &= 2,65 \\ \text{Massa lumpur yang dibuang} & \\ \text{Total massa solid} &= \text{Massa TSS in} - \text{Massa TSS out} \\ &= 6,076 \text{ kg/hari} - 2,13 \text{ kg/hari} \\ &= 3,95 \text{ kg/hari} \\ \text{Sg lumpur} &= 1,009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume lumpur} &= \frac{\text{total massa solid}}{\% \text{ solid} \times S_g \times \rho} \\
 &= \frac{3,95 \text{ kg/hari}}{0,015 \times 2,65 \times 1000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 0,13 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### Bak Penampung

Bak penampung digunakan untuk menampung air dari bak pengendap yang sudah terolah, yang nantinya akan disalurkan ke bak desinfeksi.

Direncanakan :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,000802 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Waktu tinggal} &= 1200 \text{ detik} \\
 \text{Kedalaman bak (h)} &= 1 \text{ m} \\
 fb &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Rasio P : L} &= 2 : 1 \\
 \text{Dimensi :} & \\
 \text{Volume} &= Q \times td \\
 &= 0,000802 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1200 \text{ detik} \\
 &= 1 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas} &= V / h \\
 &= 1 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\
 &= 1 \text{ m}^2 \\
 \text{Lebar} &= (\text{Luas} / 2)^{0,5} \\
 &= (1 \text{ m}^2 / 2)^{0,5} \\
 &= 0,75 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 0,75 \text{ m} \times 2 \\
 &= 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Bak Desinfeksi

Desinfeksi digunakan untuk membunuh bakteri pathogen dengan menambahkan larutan zat kimia sebelum air limbah dikeluarkan ke badan air.

Direncanakan :

$$\begin{aligned}
 \text{Debit (Q)} &= 0,000802 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Dosis desinfeksi yang diberikan} &= 5 \text{ mg/l} \\
 \text{Waktu kontak (t)} &= 900 \text{ detik} \\
 \text{Kedalaman} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Bak berbentuk persegi panjang} & \\
 \text{Dimensi :} & \\
 \text{V bak} &= Q \times t \\
 &= 0,000803 \text{ m}^3/\text{detik} \times 900 \text{ detik} \\
 &= 0,75 \text{ m}^3 \\
 \text{As} &= V / h \\
 &= 0,75 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\
 &= 0,75 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0,75 \text{ m}^2 / 1 \text{ m} \\
 &= 0,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## 4. KESIMPULAN

IPAL direncanakan dengan kapasitas pengolahan air limbah sebesar 71 m<sup>3</sup>/hari. Hasil perhitungan dimensi setiap unit sebagai berikut : Bak ekualisasi 4 m x 4 m x 2,3 m ; Bak *extended aeration* 6,6 m x 2,2 m x 4,3 m ; Bak pengendap diameter 2.4 m x tinggi 3 m ; Bak penampung 1,5 m x 0,75 m x 2,7 m ; dan Bak desinfeksi 1 m x 0,75 m x 1,3 m.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis disampaikan kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Kepala Instalasi Penyehatan Lingkungan dan Operator IPAL RSUD Dr. R. Koesma Tuban yang telah membantu dalam proses perolehan data penelitian.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adyatama, M. (2013). *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Aji, D. W. (2015). *Evaluasi dan Perancangan Ulang Sistem Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. Harjono Ponorogo*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 1-14.
- Anonim (2003). *Buku Pedoman Instalasi Peengolahan Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban*. Tuban.
- Anonim (2015). *Modul Praktikum Sistem Perpipaan Air Limbah*. Surabaya.
- Anonim (2016). *AMDAL Peningkatan Pelayanan BLUD RSUD Dr. R. Koesma Tuban*. Surabaya: PT. Mitra HijauIndonesia.
- Anwar, R (2008). *Study Evaluasi Pengolahan Air Limbah Industri Secara Terpusat di Kawasan Industri Rembang Pasuruan (PIER)*. Malang: Universitas Brawijaya Malang.
- Assidiqy, A. M. (2017). *Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter pada Hotel Bintang 5 Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Atmadja, A. R. (2017). *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Non Medis Rumah Sakit Kelas B dengan Alternatif Anaerobic Baffle Reactor dan Anaerobic Biofilter*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- C James Martel (1977). *Phosphorus Removal in Extended Aeration Systems by Chemical Precipitation*. Massachusetts: *Enviromental Engineering Program Department of Civil Engineering University of Massachusetts*.
- Komalia, K (2012). *Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) untuk Kota Pematang Siantar*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Lukito, E. (2017). *Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pusat Perbelanjaan "X" Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Marhadi (2016). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur*.
- Maryam, A (2014). *Evaluasi Dimensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Rubini Mempawah*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura, 1-10
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery 5<sup>th</sup>*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- Mufida, D.K. (2012). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-Aerobic pada Pabrik Tahu "Duta" Malang*. Malang: Universitas Brawijya Malang.
- Muzzaky, A (2016). *Evaluasi dan Desain Ulang Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tekstil di Kota Surabaya Menggunakan Biofilter Tercelup Anaerobik-Aerobik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya