

## **EVALUASI DAN REDESIGN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) RS. PERTAMINA BINTANG AMIN BANDAR LAMPUNG**

**Panisean Nasoetion, Diah Ayu W. S, Maulizar Saputra, Rani Ismiarti Ergantara**

**Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati,**

**Jl. Pramuka No.27 Kemiling, Bandar Lampung, Telp/Fax. (0721) 271112 – (0721) 271119**

e-mail :

panisean@yahoo.com, diahayu\_tly2k@yahoo.com, maulizrsputra93@gmail.com, ergantararani@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini berkenaan dengan perencanaan untuk pengolahan air limbah Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. Sistem yang digunakan yakni sistem biofilter aerob. Sistem ini dipilih karena pengoperasian mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi, pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil. Hal – hal yang dikaji meliputi model sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), menghitung dimensi bangunan dan rencana anggaran biaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni analisis kuantitas air limbah berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang air bersih dan air limbah Nomor 03-7065-2005, analisis kualitas air buangan menggunakan Peraturan Gubernur Lampung No. 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan di Provinsi Lampung, serta analisis rancangan anggaran biaya berdasarkan SNI DT 91-0006-2007 dan Harga Satuan Upah dan Bahan Kota Bandar Lampung tahun 2013. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan dan perancangan yang telah dibuat, IPAL yang akan digunakan sebagai sistem pengolahan air limbah Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin dapat menanggulangi atau mengatasi masalah pencemaran lingkungan. Hal ini terlihat dari tingkat efisiensi penurunan pengolahan cukup tinggi, yaitu BOD 13,132 mg/L (90,2%), COD 28,31 mg/L (90,20%), TSS 16,115 mg/L (87,5%), Amonia 6,91 mg/l (96%), dan Fosfat 0,804 mg/l (80%). Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL yaitu sebesar Rp,120.700.000.00,-.

**Kata kunci** : biofilter aerobik, kualitas air limbah, dimensi bangunan IPAL, RAB

### **ABSTRACT**

*Evaluation And Installation Redesign Of Waste Water Treatment (WWTP) At Pertamina Bintang Amin Hospital Bandar Lampung. The problems discussed concerned about Waste Water Treatment at Pertamina Bintang Amin Hospital Bandar Lampung. The system was aerobic biofilter. The system was chosen by considering simple operation, less mud output, applicable on both high and low waste water capacity and fluctuation of concentration and less effect on temperature decline towards management efficiency. This study examined waste water treatment, building dimension calculation and budget estimation. The waste water quantity analysis was based on Indonesia National Standar (INS) on cleadn water and waste water Number 03-7065-2005, residual water quality analysis was based on Lampung Governor Regulation Number 7 at the year of 2010 for waste water standard for business and trade at Lampung Province, and budget estimation analysis was based on SNI DT 91-0006-2007 and the cost of payments with materials in Bandar Lampung 2013. After calculation and*

*design procedure, the study found that WWTP used by Pertamina Bintang Amin Hospital is possible to overcome environment contamination. This was demonstrated by of management efficiency is quite high, that are BOD 13,132 mg/L (90.2%), COD 28,31 mg/L (90.20%), TSS 16,115 mg/L (87,5%), Amonia 6,91 mg/L (96%), and Phosfat 0,804 mg/L (80%). The estimated budget was Rp, 120.700.000.00 IDR.*

**Keywords :** *aerobic biofilter, wastewater quality, dimension building WWTP, RAB*

## 1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaannya, kegiatan rumah sakit menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, limbah cair, dan gas. Limbah cair yang dihasilkan rumah sakit berasal dari dua sumber, yaitu limbah yang berasal dari proses pelayanan dan limbah domestik. Limbah cair dari proses pelayanan masuk ke saluran yang berada di dalam rumah sakit untuk kemudian dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

Limbah cair dari proses pelayanan terutama dihasilkan dari penggunaan air yang besar dalam proses pelayanan rumah sakit, yang terdiri dari balai pengobatan dan tempat praktik dokter yang juga ditunjang oleh unit-unit lainnya, seperti ruang operasi, laboratorium, farmasi, administrasi, dapur, *laundry*, pengolahan sampah dan limbah, serta penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan. Beban air limbah yang akan diterima oleh IPAL bergantung pada jumlah pasien yang dilayani oleh rumah sakit dan akan meningkat seiring dengan peningkatan kapasitas pelayanan rumah sakit.

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Pengelolaan limbah rumah sakit yang tidak baik akan memicu resiko terjadinya penularan penyakit dari pasien ke pekerja, dari pasien ke pasien, dari pekerja ke pasien, maupun dari pasien dan pekerja kepada masyarakat pengunjung rumah sakit.

IPAL RS. PBA telah dibangun pada tahun 2008 dengan jumlah tempat tidur 80 unit, sedangkan perkembangan RS. Pertamina Bintang Amin semakin meningkat dari tahun – tahun sebelumnya, sehingga dengan jumlah pengunjung dan pasien rumah sakit yang bertambah, pada tahun 2016 jumlah tempat tidur di RS. Pertamina Bintang Amin mencapai 193 unit tempat tidur. Oleh karena itu, seiring dengan perkembangannya, rumah sakit membutuhkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang lebih mampu dalam menangani produksi air limbah dimasa yang akan datang.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 44 tahun 2009 tentang rumah Sakit, rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang

menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan dan gawat darurat. (Depkes RI, 2009).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

Menurut Said (1999), limbah cair rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit, yang meliputi : limbah domestik air, yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, limbah cair klinis, air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, air limbah laboratorium dan lainnya.

Karakteristik air buangan rumah sakit terdiri dari tiga golongan yaitu (Kusnoputranto 1985) :

### 1. Karakteristik fisik

Terdiri dari 99,9% air serta sejumlah kecil bahan-bahan padat dalam suspensi. Perubahan yang ditimbulkan oleh parameter fisika dalam air limbah yaitu padatan, kekeruhan, bau, temperatur, dan warna.

### 2. Karakteristik Kimiawi

Air buangan mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik yang berasal dari penguraian tinja, urin serta sampah-sampah lainnya. Biasanya bersifat basa waktu masih segar tetapi cenderung ke asam bila mulai membusuk.

### 3. Karakteristik Bakteriologis

Kandungan bakteri patogen serta organisme golongan *Coli* terdapat pula pada air buangan tergantung dari mana sumbernya, namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan.

Parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah antara lain *Zat Padat, Kandungan Zat Organik, Kandungan Zat Anorganik, Gas, Kandungan Bakteriologis, pH, dan Suhu* (Kusnoputranto, 1985).

Berikut merupakan baku mutu limbah cair rumah sakit :

**Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit**

PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
Suhu	°C	30
pH		6 - 9
BOD <sub>5</sub>	mg/L	30 mg/L
COD	mg/L	80 mg/L
TSS	mg/L	30 mg/L
NH <sub>3</sub> Bebas	mg/L	0,1 mg/L
PO <sub>4</sub>	mg/L	2 mg/L
MPN-Kuman Golongan Koli	MPN/100 ml	10.00

Sumber : Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010

**Table 2. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit**

PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
Suhu	°C	38
pH		6 - 9
BOD <sub>5</sub>	mg/L	50 mg/L
COD	mg/L	80 mg/L
TSS	mg/L	30 mg/L
NH <sub>3</sub> Bebas	mg/L	0,1 mg/L
PO <sub>4</sub>	mg/L	2 mg/L
MPN-Kuman Golongan Koli	MPN/100 ml	5.000

Sumber : Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014

IPAL adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain (Asmadi & Suharno, 2012).

Menurut Qassim (1999), ada beberapa faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam perancangan IPAL, antara lain meliputi :

1. Periode desain
2. Kapasitas desain
3. Pemilihan lokasi pembangunan IPAL
4. Peraturan dan standar baku mutu
5. Pemilihan proses pengolahan
6. Profil hidrolis dan tata letak

Dalam menentukan kriteria pemilihan ini, digunakan pertimbangan pada beberapa aspek, yaitu:

1. Efisiensi Pengolahan

**Tabel 3. Efisiensi Removal Unit Pengolahan**

Unit Pengolahan	Efisiensi Removal (%)					
	BOD	COD	SS	MBAS	Minyak/Lemak	Coliform
Screening	-	-	-	-	-	-
Sumur pengumpul	-	-	-	-	-	-
Pemisah minyak dan lemak	-	-	-	-	70 - 90	-
Pengendapan awal <sup>1</sup>	30 - 40	30 - 40	50 - 65	30 - 45	-	-
Lumpur aktif <sup>2</sup>	80 - 95	80 - 85	80 - 90	-	-	-
Anaerobik <sup>2</sup>	60 - 70	60 - 70	80 - 95	60 - 85	-	-
Biofilter aerobik <sup>2</sup>	75 - 95	80 - 85	50 - 65	60 - 85	-	-
Biofilter anaerobik <sup>2</sup>	60 - 70	60 - 70	80 - 95	60 - 85	-	-
Pengendapan akhir <sup>2</sup>	30 - 40	30 - 40	50 - 65	35 - 45	-	-
Klorinasi	-	-	-	-	-	70 - 90

Keterangan :

- 1 = Metcalf dan Eddy dalam Sulistyningrum (2012).
  - 2 = Anonim dalam Dewiyanti (2016).
2. Aspek Teknis
    - a. Segi konstruksi
    - b. Segi Operasi dan Pemeliharaan
  3. Aspek Ekonomis

Menyangkut masalah finansial atau pembiayaan dalam hal konstruksi, operasi dan pemeliharaan IPAL.

4. Aspek Lingkungan  
Kemungkinan terjadinya gangguan yang dirasakan penduduk akibat ketidak seimbangan faktor ekologis.

Adapun keenam tahapan pengolahan air limbah.

1. Pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)  
pengolahan tahap pendahuluan adalah *screening*/penyaringan, sumur pengumpul, dan pemisah minyak.

- a. Penyaringan (*screening*)

**Tabel 4. Faktor Desain Saringan Pada Pencucian Manual Dan Mekanik**

Faktor Desain	Pencucian Manual	Pencucian Mekanik
Kecepatan (m/s)	0.3 - 0.6	0.6 - 1.0
Ukuran Bar, Lebar (mm)	4 - 8	8 - 10
Kedalaman (mm)	25 - 50	50 - 75
Jarak antar bar (mm)	25 - 75	10 - 50
Slope (°)	45 - 60	75 - 85
Allowable head loss (mm)	150	150
Maximum head loss (mm)	800	800

Sumber : Sulistyningrum, 2011

**Tabel 5. Faktor Bentuk Kisi**

Bentuk kisi	Faktor Bentuk
Persegi panjang dengan sudut tajam	2,42
Persegi panjang dengan pembulatan di depan	1,83
Persegi panjang dengan pembulatan di depan dan belakang	1,67
Lingkaran	1,79

Sumber : Shundar Lin (2001) dalam Sulistyningrum (untuk kalangan sendiri, 2011)

- b. Sumur pengumpul

Berfungsi untuk menstabilkan variasi debit dan konsentrasi air limbah yang akan diolah. Waktu tinggal = kurang dari 20 menit dengan kedalaman minimal 1 m.

2. Tahap pertama (*primary treatment*)  
pengolahan tahap pertama adalah pengendapan (*settling*), dan sebagainya.

**Tabel 6. Kriteria Desain Bak Pengendapan Pertama**

No.	Parameter	Satuan	Besaran
1	Waktu tinggal (td)	Jam	1 - 2
2	Overflow rate (Vs)	M <sup>3</sup> /M <sup>2</sup> .hari	30 - 50
3	Beban pelimpah	M <sup>3</sup> /M <sup>2</sup> .hari	124 - 370
4	Kedalaman	M	2 - 6
5	Laju pelimpahan	M <sup>3</sup> /M <sup>2</sup> .hari	30 - 40
6	Pemisahan SS	%	50 - 75
7	Pemisahan BOD	%	25 - 40
8	Pemisahan COD	%	30 - 40

Sumber : Qasim (1999) dalam Sulistyningrum (2011)

Beban permukaan yang ditetapkan oleh Japan Water Work Association (JWWA) 20 -50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari.

- a. Zona lumpur
  - 1) Perhitungan lumpur

- Konsentrasi SS tersisih (mg/l) x  $Q_f$  (liter/h) x  $10^{-6}$  kg/ mg
- 2) Asumsi koefisien *Yield* ( $Y$ ) = 0,35 SS/kg BOD
  - 3) Lumpur mengandung kadar *solids* 5% (kadar air 95%)
  - 4) Berat jenis lumpur 1,005 (Qassim, 1999)
  - 5) Berat endapan SS = Efisiensi removal SS x SS terbentuk
  - 6) Volume lumpur rata-rata per hari pada pengendapan awal  

$$= \frac{\text{BeratendapanSS}}{\text{kadarsolidsxberatjenislumpur}}$$
  - 7) Dimensi ruang lumpur  
 Direncanakan ruang lumpur diletakkan dibawah bak pengendap awal
  - 8) Pengurusan lumpur dilakukan menggunakan pompa sedot dengan rentan waktu =  $\frac{\text{volume ruang lumpur}}{\text{debit lumpur}}$
3. Tahap kedua (*secondary treatment*)  
 Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi keduanya. (Asmadi & Suharno, 2012). faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain :
- a) Kuantitas pada bangunan
  - b) Bahan-bahan yang tidak terbiodegradasi
  - c) Ketersediaan lahan
- a. Lumpur aktif  
 kelebihan dan kekurangan pada proses lumpur aktif, sebagai berikut :
1. Kelebihan lumpur aktif.
    - a) Menghilangkan senyawa terlarut.
    - b) Tingkat pemeliharaan yang rendah.
    - c) Relatif aman.
    - d) Biaya investasi yang rendah.
    - e) Mudah dioperasikan.
  2. Kekurangan lumpur aktif.
    - a) Jumlah lumpur yang terbentuk lebih banyak.
    - b) Biaya energi tinggi.
    - c) Sering terjadi bau.
- b. Biofilter  
 Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter tercelup. Faktor-faktor yang mempengaruhi Biofilter Aerobik, yaitu *temperatur, keasaman (pH), waktu tinggal hidrolis (WTH) dan nutrien.*
- 1) Keunggulan dan kelemahan biofilter aerobik.
    - a. Pengoperasian mudah.
    - b. Lumpur yang dihasilkan sedikit.
    - c. Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi.

- d. Tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi.
- e. Pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil.

Sedangkan kelemahan pada proses biofilter aerobik yaitu :

- a. Membutuhkan area yang lebih luas.
- b. Pemakaian energi lebih tinggi.

**Tabel 7. Kriteria Desain Biofilter Aerobik**

No	Parameter	Satuan	Besaran
1	Beban BOD	Kg BOD/m <sup>3</sup>	0,5 – 4
2	Waktu tinggal	jam	6 – 8
3	Tinggi ruang lumpur	m	0,5
4	Tinggi bed media	m	1,2
5	Tinggi air diatas bed media	cm	30

Sumber : Tchobanoglous, 2003

- 2) Kriteria pemilihan media biofilter  
 Mempunyai luas permukaan spesifik besar
  - a. Mempunyai fraksi volume rongga tinggi
  - b. Diameter celah bebas
  - c. Tahan terhadap penyumbatan
  - d. Dibuat dari bahan inert
  - e. Harga perunit luas permukaannya murah
  - f. Kekuatan mekanik yang baik
  - g. Ringan
  - h. Fleksibilitas
  - i. Pemeliharaan mudah
  - j. Kebutuhan energi kecil
  - k. Reduksi cahaya
  - l. Sifat kebasahan
- 3) Jenis media biofilter  
 Berikut dibawah adalah jenis-jenis media biofilter.
  - a. Batuan dan kerikil
  - b. Bantalan saringan (*fiber mesh pads*)
  - c. *Brillo pads*
  - d. *Random* atau *dumped packing*
  - e. Media Biofilter terstruktur (*Structured Packings*) / Sarang Tawon

**Tabel 8. Penilaian Bobot Media Biofilter**

Tipe Media	A	B	C	D	E	F	G
Luas Permukaan Spesifik	5	1	5	5	5	5	5
Volume Rongga	1	1	1	1	4	5	5
Diameter celah bebas	1	3	1	1	2	2	5
Ketahanan terhadap penyumbatan	1	3	1	1	3	3	5
Material	5	5	5	5	5	5	5
Harga per satuan luas	5	3	3	5	4	1	4
Kekuatan mekanik	5	5	1	1	2	2	5
Berat media	1	1	5	5	4	5	5
Fleksibilitas	2	2	1	3	3	4	4
Perawatan	1	1	1	1	3	3	5
Konsumsi Energi	2	2	1	5	4	5	5
Sifat dapat basah	5	5	3	3	3	1	3
<b>Total Bobot</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>56</b>

Sumber : Kementerian RI, 2011

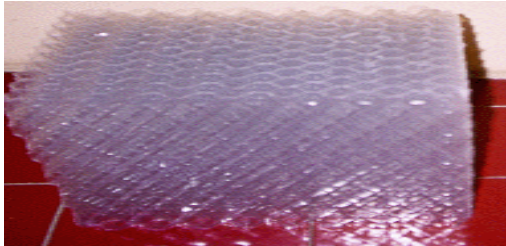
Ket : Bobot : 1 = Terburuk 5 = Terbaik

A : Kerikil kecil E : Bio Ball  
 B : Kerikil besar F : Random Dumped  
 C : Mash Pad G : Sarang tawon D : Brillo Pad

**Tabel 9. Spesifikasi Media Sarang Tawon**

Tipe	Sarang tawon ( <i>cross flow</i> )
Material	PVC sheet
Ukuran modul	30 cm x 25 cm 30 cm
Diameter lubang	2 cm x 2 cm
Ketebalan	0,5 mm
Luas kontak spesifik	150 – 220 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Berat spesifik	30 – 35 kg/m <sup>3</sup>
Porositas rongga	0,98
Warna	Bening transparan atau hitam

Sumber : Said, 2005

**Gambar 1. Sarang Tawon****Tabel 10. Kriteria Perencanaan Desain IPAL**

No.	Unit Pengolahan	Kriteria Desain
1	Bak pengendap awal (sedimentasi)	a. Waktu tinggal (td) rata - rata = 3 - 5 jam b. Beban permukaan = 20 - 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari (JWWA)
2	Biofilter anaerob	a. Beban BOD per satuan permukaan media = 5- 4 g BOD/m <sup>2</sup> .hari b. Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD/m <sup>2</sup> media c. Waktu tinggal = 6 - 8 jam d. Tinggi ruang lumpur = 0,5 m e. Tinggi bed media pembiakan mikroba = 0,9 - 1,5 m f. Tinggi air diatas bed media = 0,3 m
3	Biofilter aerob	a. Beban BOD per satuan permukaan media = 5- 4 g BOD/m <sup>2</sup> .hari b. Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD/m <sup>2</sup> media c. Waktu tinggal = 6 - 8 jam d. Tinggi ruang lumpur = 0,5 m e. Tinggi bed media pembiakan mikroba = 1,2 m f. Tinggi air diatas bed media = 0,2 m
4	Bak pengendap akhir	a. Waktu tinggal (td) rata - rata = 2 - 5 jam b. Beban permukaan (surface loading) rata - rata = 10 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari (JWWA) c. Beban permukaan = 20 - 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari (JWWA)
	Ratio sirkulasi (recycle ratio)	25 - 50 %

Sumber : Said, 2002

#### 4. Tahap Ketiga (*tertiary treatment*)

Berguna untuk menghilangkan zat-zat spesifik, warna, bau, dan bahan-bahan toksik baik kimiawi maupun biologis. Contohnya adalah desinfeksi. Desinfektan yang digunakan adalah kaporit Ca(OCl)<sub>2</sub> dengan kadar klor 60% dengan konsentrasi larutan Cl 5%, dan sisa klor 0,2-0,5 mg/l dengan tujuan agar jika ada mikroorganisme yang masuk ke dalam air masih dapat dibunuh. Perhitungan dapat diselesaikan dengan rumus :

- Keb Kaporit = Kadar klor x dos klor x Q
- Vol kaporit

Kebutuhan kaporit/Berat jenis kaporit

$$c. \text{ Vol pelarut} = \frac{(100\% - 5\%)}{5\%} \times \text{vol kaporit}$$

$$d. \text{ Vol larutan kaporit} = \text{Vol kaporit} + \text{vol larutan}$$

#### 5. Pengolahan Akhir

Bertujuan untuk membuang padatan-padatan/cairan hasil pengolahan-pengolahan sebelumnya.

**Tabel 11. Kriteria Desain Pengendapan Akhir**

Faktor Desain	Satuan	Besaran
Waktu detensi	Jam	2 - 4
Kemiringan dasar	mm/m	40 - 160
Kedalaman	m	2 - 4
- Weir loading	m <sup>3</sup> /m/hari	124 - 372
- Beban permukaan	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari	20 - 50

Sumber : Qassim (1999) dalam Sulistyaningrum (2011)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di RS. Pertamina Bintang Amin, Jalan Pramuka No. 27 Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah studi kasus di RS. PBA.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Tahap Ide Penelitian
- Tahap Metode Pengumpulan Data
  - Metode Pengamatan (Observasi)
  - Metode studi Literatur
- Tahap Evaluasi
  - Metode ini dilakukan dengan cara observasi ke lokasi IPAL RS. PBA.
  - Menganalisa kualitas air limbah dengan menggunakan data dari RS. PBA
  - Evaluasi kesesuaian kualitas air limbah dengan system IPAL eksisting.
  - Menghitung ulang debit limbah cair yang dihasilkan RS. PBA.
  - Evaluasi kesesuaian debit air limbah dengan IPAL eksisting.
- Tahap Perencanaan Unit IPAL
  - Menentukan alternatif desain ulang
  - Perhitungan
  - Desain ulang
  - RAB (rencana anggaran biaya)

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kualitas Air Limbah RS. PBA

**Tabel 12. Karakteristik Air Limbah Pada IPAL RS. PBA tahun 2016**

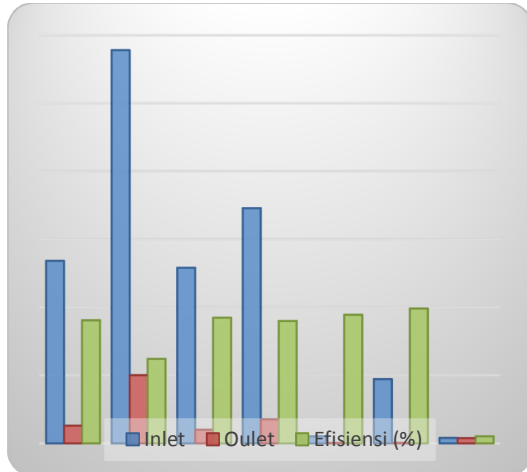
No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu Pergub Lampung Nomor 7 Tahun 2010
			Inlet	Outlet	
1	BOD <sub>5</sub>	mg/L	134	12,99	30
2	COD	mg/L	288,97	50	80
3	TSS	mg/L	128,92	10	30
4	Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	172,75	17,6	0,1
5	MBAS	mg/L	5,21	0,292	5
6	Minyak dan Lemak	mg/L	47,13	0,4	5
7	Phosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	4,02	3,81	2

Sumber : Data Primer, 2016

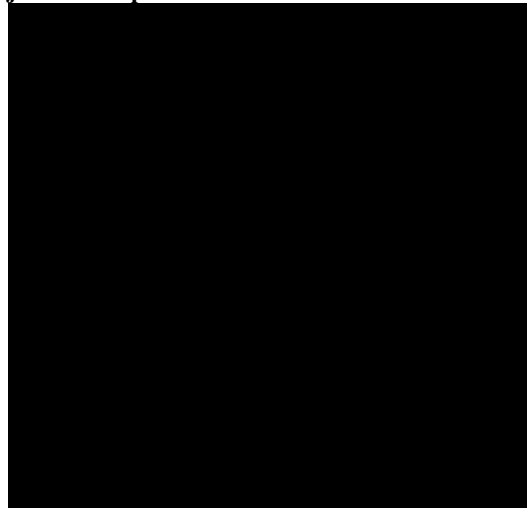
**Tabel 13. Karakteristik Air Limbah Pada IPAL RS. PBA tahun 2016**

No	Konsentrasi	Inlet	Oulet	Efisiensi (%)
1	BOD	134	12.99	90.3
2	COD	288.97	50	62
3	TSS	128.92	10	92.2
4	Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	172.75	17.6	89.8
5	MBAS	5.21	0.292	94.4
6	Minyak dan Lemak	47.13	0.4	99
7	Phosfat (PO <sub>4</sub> )	4.02	3.81	5.2

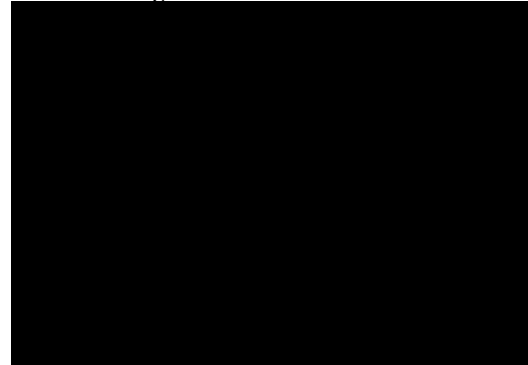
Sumber : Data Primer, 2016

**Gambar 2. Grafik penyisihan eksisting IPAL**

## 2. Kuantitas Air Limbah RS. PBA

**Tabel 14. Debit Air Limbah yang berdasarkan jumlah tempat tidur RS. PBA Tahun 2016**

Sumber : Data Primer, 2016

**Tabel 15. Debit Air Limbah Yang Berdasarkan Jumlah Tenaga Medis RS. PBA Tahun 2016**

Sumber : Data Primer, 2016

**Tabel 16. Total Debit RS. PBA Tahun 2016**

No	Jenis Penggunaan	Timbulan Air Buangan (SNI 03-7065-2005)	Estimasi Perhitungan Air Buangan (80 %)
1	Jumlah tempat tidur 193	200 liter/bed/hari 193 bed x 200 liter/hari = 38.600 liter/hari	38.600 liter/hari x 80 % 30.880 liter/hari
2	Tenaga medis 377	200 liter/bed/hari 377 x 200 = 75.400 liter/hari	75.400 liter/hari x 80 % 60.320 liter/hari
3	Jumlah ruangan 18 (Estimasi setiap ruangan 3 pengunjung)	200 liter/bed/hari 18 x 3 x 200 = 10.800 liter/hari	10.800 liter/hari x 80 % 8.640 liter/hari
Total timbulan air buangan		= 30.880 + 60.320 + 8.640 = 99.840 liter/hari	
Total timbulan air buangan (Grey water) yang masuk pengolahan IPAL 75 % (Hansen & Kjellrup, 1994)		= 75 % x 99.840 liter/hari = 74.880 liter/hari = 0,866 liter/detik = 74,88 m <sup>3</sup> /hari ~ 75 m <sup>3</sup> /hari	

Sumber : Data Primer, 2016

## 3. Evaluasi Data Eksisting

Pada hasil survey, IPAL RS. PBA melakukan pengolahan air limbah dengan 3 tahap pengolahan, yaitu pengolahan tahap pertama, tahap kedua, dan tahap ketiga.

### 1) Kualitas IPAL RS. PBA

Adapun tahap-tahap pengolahan pada IPAL RS. PBA sebagai berikut :

- a. Tahap pertama (*primary treatment*)  
Pengolahan pengendap awal (*sedimentasi*).
- b. Tahap kedua (*secondary treatment*)

- a) Pengolahan secara anaerob
- b) Pengolahan secara aerob

Pada pengolahan aerob IPAL RS. PBA dengan proses *Completely Mixed Activated Sludge (CMAS)*. Proses ini adalah modifikasi lumpur aktif konvensional yang menggunakan mikroorganisme yang aktif (lumpur aktif) untuk menstabilisasi air limbah secara aerob di dalam suatu reaktor, yang mengalami pengadukan merata ke seluruh bak secara kontinyu.

- c. Tahap ketiga (*tertiary treatment*)

Trickling filter dan Klorinasi dengan menambahkan Kalsium Hipoklorit ( $Ca(ClO)_2$ ) atau kaporit dan Lampu UV

Adapun beberapa perubahan sistem pengolahan yang akan direncanakan adalah sebagai berikut :

- a) Penambahan bak pengumpul (*ekualisasi*)
  - b) unit pengolahan koagulasi-flokulasi
  - c) Perubahan alternative system pengolahan pada unit pengolahan aerob
- 2) Kuantitas IPAL RS. PBA

**Tabel 17. Dimensi Volume IPAL RS. PBA Tahun 2016**

No.	Unit Pengolahan	Kriteria	Ukuran (m)
1	Bak pengendap awal ( <i>sedimentasi</i> )	Panjang	3
		Lebar	2
		Kedalaman air	2
		Tinggi ruang bebas	0,5
2	Bak Anaerob	Panjang	2,5
		Lebar	4
		Kedalaman air	3
		Tinggi ruang bebas	0,5
3	Tangki Aerob	Panjang	4
		Lebar	2,4
		Kedalaman air	2
		Tinggi ruang bebas	0,4
4	Tangki <i>Trickling Filter</i>	Panjang	1,2
		Lebar	2,4
		Tinggi	2,4+1,4
5	Bak Klorinasi (lampu UV)	Panjang	1
		Lebar	1
		Kedalaman air	0,8

Sumber : Data Primer, 2016

- a) Bak pengendap awal (*sedimentasi*)  
 $V = P \times L \times T = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 12 \text{ m}^3$
  - b) Bak anaerob  
 $V = P \times L \times T = 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 25 \text{ m}^3$
  - c) Tangki aerob  
 $V = P \times L \times T = 4 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 19,2 \text{ m}^3$
  - d) Tangki *trickling filter*  
 $V = P \times L \times T = 1,2 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 5,76 \text{ m}^3$
  - e) Bak klorinasi (lampu UV)  
 $V = P \times L \times T = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^3$
- 3) Analisis Pemilihan Alternatif Pengolahan Air Limbah RS. PBA.

**Tabel 18. Perbandingan Pemilihan Alternatif Pengolahan**

Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Saluran pembawa	Saluran pembawa	Saluran pembawa
Saluran pengumpul	Saluran pengumpul	Saluran pengumpul
Pompa	Pompa	Pompa
Bar Screen	Bar Screen	Bar Screen
Grit Chamber	Grit Chamber	Grit Chamber
Bak ekualisasi	Bak ekualisasi	Bak ekualisasi
Bak pengendap	Bak pengendap	Bak pengendap
Lumpur aktif	Trickling filter	Biofilter
Secondary Clarifier	Secondary Clarifier	Secondary Clarifier
Desinfeksi	Desinfeksi	Desinfeksi
Thickener	Thickener	Thickener

Sumber : Sulistyaningrum, 2011

**Tabel 19. Penilaian Terhadap Alternatif Pengolahan Air Limbah.**

Kriteria	Lumpur Aktif	Trickling Filter	Biofilter
Ketersediaan Lahan	2	3	4
Kesesuaian teknologi pengolahan dengan karakteristik air limbah	5	3	5
Efisiensi removal	4	5	3
Biaya investasi	4	2	3
Biaya pemeliharaan	4	4	5
Jenis peralatan dan suku cadang	5	3	3
Kebutuhan dan penggunaan jenis energi	1	3	5
Kemudahan dalam pengoperasian	5	3	4
Estetika	1	4	4
<b>Total Nilai</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>36</b>

Sumber : Said (2008) dalam Asmadi dan Suharno (2012)

Ket : 1 = Terburuk 5 = Terbaik

Perhitungan desain ulang IPAL RS. PBA dengan debit 75 m<sup>3</sup>/hari atau 0,88 liter/detik.

### 1. Bak Pengumpul (*Ekualisasi*)

Direncanakan dilengkapi dengan pompa untuk dialirkan ke pengolahan selanjutnya.

**Waktu tinggal (td)** = 4 – 8 jam (menurut Said, BPPT, 2002), yang digunakan 4 jam

**Debit air limbah (Q)** = 75 m<sup>3</sup>/hari

**Kedalaman air efektif** = 1,5 meter (menurut Said, BPPT, 2002)

**Tinggi ruang bebas** = 0,5 meter

**Volume bak** =  $td \times Q = \frac{4}{24} \text{ hari} \times 75 \text{ m}^3/\text{hari} = 12,5 \text{ m}^3$

**Chek td** =  $\frac{v}{Q} = \frac{12,5 \text{ m}^3}{75 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,166 \text{ hr} \leftrightarrow 4 \text{ jam}$

**Tabel 20. Dimensi Unit Bak Pengumpul**

No.	Kriteria	Ukuran (m)
1	Panjang	4
2	Lebar	2,5
3	Kedalaman air efektif	1,5
4	Tinggi ruang bebas	0,5

Sumber : Data Primer, 2016

### 2. Koagulasi – flokulasi

Kapur memiliki tingkat kepadatan kira – kira 1,85 g/l air pada suhu 0°C sampai 0,7 g/l pada suhu 100°C.

Konsentrasi penurunan dengan menggunakan kapur (*lime*) ini dapat menurunkan kadar *Amonia Total (NH<sub>3</sub> - N)* dan *Phospat (PO<sub>4</sub>)* hingga 80%.

#### Koagulasi

**Debit air limbah (Q)** = 75 m<sup>3</sup>/hari

**Waktu tinggal (td)** = 20 – 60 dtk (menurut Reynolds, 1982) yang digunakan 40 dtk

**Volume** =  $td \times Q = 40 \text{ dtk} \times 0,866 \text{ l/dtk} = 34,64 \text{ liter} = 0,03464 \text{ m}^3$

**Vol. bak** =  $p \times l \times h = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$

**H (tinggi terjunan)** = 1 – 1,25 m kali lebar bak = 1 m x 1,25 m = 1,25 m

#### Flokulasi

**Debit air limbah (Q)** = 75 m<sup>3</sup>/hari  
**Waktu tinggal (td)** = 10 – 20 dtk  
 (Reynolds, 1982) yang digunakan 20 dtk  
**Kedalaman** = 1 m  
**Tinggi ruang bebas** = 0,3 m  
**Volume bak** = td x Q  
 = 20 dtk x 0,866 l/dtk =  
 17,32 liter  
 = 0,01732 m<sup>3</sup>  
**Jumlah bak** = 6

Tabel 21. Dimensi Unit Koagulasi – Flokulasi

Unit	Kriteria	Ukuran (m)
Koagulasi	Panjang	1
	Lebar	1
	Tinggi terjunan	1,25
Flokulasi	Panjang	1
	Lebar	1
	Kedalaman	1
	Tinggi ruang bebas	0,3

Sumber : Data Primer, 2016

### 3. Bak Pengendap Awal (Sedimentasi)

**Debit air limbah (Q)** = 75 m<sup>3</sup>/dtk  
**Waktu tinggal (td)** = 1-2 jam (Said, BPPT)  
**Volume bak** = td x debit =  $\frac{2}{24}$  hari x 75 m<sup>3</sup>/hari  
 = 6,25 m<sup>3</sup> ↔ 6,5 m<sup>3</sup>

Tabel 22. Dimensi Unit Bak Pengendap Awal

No.	Kriteria	Ukuran (m)
1	Panjang	3
2	Lebar	2
3	Kedalaman air efektif	2
4	Tinggi ruang bebas	0,5

Sumber : Data Primer, 2016

**Volume** = P x L x T = 3 m x 2 m x 2 m = 12 m<sup>3</sup>  
**Chek td** =  $\frac{v}{Q} = \frac{6,25 \text{ m}^3}{75 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,083 \text{ hr} \rightarrow 2 \text{ jam}$   
**Beban permukaan (surface loading)**  
 =  $\frac{Q}{P \times L} = \frac{75 \text{ m}^3/\text{hari}}{3 \text{ m} \times 2 \text{ m}} = 12,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$

**Beban permukaan pada saat beban puncak**  
 = Beban permukaan rata-rata x 2  
 = 12,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari x 2 = 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari

Standar JWVA beban permukaan 20 – 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari. Waktu tinggal pada saat beban puncak adalah 1 jam.

#### Zona lumpur

Konsentrasi SS yang tersisih di pengendap awal = 50%

**SS terolah** = SS masuk x efisiensi removal  
 = 128,92 mg/l x 50 % = 64,46 mg/l

**SS yang tersisa**  
 = 128,92 mg/l – 64,46 mg/l = 64,46 mg/l

**Lumpur yang terbentuk**  
 = SS tersisa x debit = 64,46 mg/l x 75 m<sup>3</sup>/hari  
 = 64,46 mg/l x 75.000 l/hari x 10<sup>-6</sup> kg/mg  
 = 4,8345 kg/hari

Lumpur mengandung kadar solid 5 % (air 95%)

**Berat jenis lumpur biologis** = 1,005 g/cm<sup>3</sup>  
**Berat endapan SS (lumpur)**  
 = efisiensi removal x SS terbentuk  
 = 50% x 4,8345 kg/hari = 2,41725 kg/hari

**Volume Lumpur rata-rata perhari**  
 =  $\frac{2,41725 \text{ kg/hari}}{0,05 \frac{\text{g}}{\text{g}} \times 1005 \text{ kg/m}^3} = 0,0481 \text{ m}^3/\text{hari}$

#### Dimensi ruang lumpur

Tabel 23. Dimensi Zona Lumpur

No.	Kriteria	Ukuran (m)
1	Panjang	3
2	Lebar	2
3	Kedalaman	0,5
4	Sudut kemiringan	45°

Sumber : Data Primer, 2016

Volume ruang lumpur yang membentuk sudut

$$45^\circ = \frac{3 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}}{2} = 0,75 \text{ m}^2$$

#### volume total ruang lumpur

$$= 3 \text{ m}^3 + 0,75 \text{ m}^3 = 3,75 \text{ m}^3.$$

**Pengurasan** =  $\frac{\text{volume ruang lumpur}}{\text{debit lumpur}}$   
 =  $\frac{3,75 \text{ m}^3}{0,0481 \text{ m}^3/\text{hari}} = 77,96 \text{ hari}.$

Jadi pengurasan dilakukan setiap 78 hari sekali → 2,5 bulan sekali dengan Pompa Sedot.

#### 4. Biofilter Aerob

**Debit air limbah (Q)** = 75 m<sup>3</sup>/dtk

**Kedalaman air efektif** = 2 m

**Freeboard** = 0,5 m

Konsentrasi BOD tersisih = 80%

BODmasuk = 65,66 mg/l

BODkeluar = 13,132 mg/l

BODterolah = 65,66 mg/l x 80% = 52,528 mg/l

BODtersisa = 65,66 mg/l – 52,528 mg/l

= 13,132 mg/l

**Beban BOD** = 0,5 – 4 kg/m<sup>3</sup>.hari (Said, BPPT)

Jadi, yang digunakan adalah 2 kg/m<sup>3</sup>.hari

#### Beban BOD dalam air limbah

= Q x BOD masuk = 75 m<sup>3</sup>/hari x 65,66 mg/l  
 = 4.924,5 g/hari = 4,9245 kg/hari.

#### Volume media yang diperlukan

$$= \frac{\text{beban BOD}}{\text{beban per volume media}} = \frac{4,9245 \text{ kg/hari}}{2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.\text{hari}}$$

$$= 2,46225 \text{ m}^3 \leftrightarrow 2,46 \text{ m}^3$$

#### Volume media

= 40 % dari total volume reaktor

#### Volume reaktor yang diperlukan

$$= \frac{100}{40} \times 2,46 \text{ m}^3 = 6,15 \text{ m}^3$$

#### Waktu tinggal di dalam reaktor anaerob

$$= \frac{v}{Q} = \frac{6,15 \text{ m}^3}{75 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 0,082 \text{ hr} \rightarrow 1,968 \text{ jam} \leftrightarrow 2 \text{ jam}$$

Tabel 24. Dimensi Bak Biofilter Aerob



Unit	Kriteria	Ukuran (m)
Ruang aerasi	Panjang	1,5
	Lebar	2,5
	Kedalaman air efektif	2
	Tinggi ruang bebas	0,5
Ruang bed media	Panjang	2,5
	Lebar	2,5
	Kedalaman air efektif	2
	Tinggi ruang bebas	0,4
	Tinggi ruang lumpur	0,5
	Tinggi bed media	1,2
	Tinggi air di atas bed	0,2

Sumber : Data Primer, 2016

$$\text{Total volume} = 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ m}^3$$

$$\text{Check td} = \frac{v}{Q} = \frac{20 \text{ m}^3}{75 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,26 \text{ hr} \rightarrow 6,4 \text{ jam}$$

#### Total volume media

$$= P \times L \times T = 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 7,5 \text{ m}^3$$

#### Check BOD loading pervolume media

$$= \frac{\text{beban BOD}}{\text{volume media}} = \frac{4,9245 \text{ kg/hari}}{7,5 \text{ m}^3} = 0,6566 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Standar high rate trickling filter

$$= 0,4 - 4,7 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Waktu tinggal saat beban puncak = 3,2 jam

#### Kebutuhan oksigen

$$\text{Efisiensi x beban BOD} = 80\% \times 4,9245 \text{ kg/hari} = 3,9396 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Faktor keamanan} = + 2$$

#### Kebutuhan oksigen (O<sub>2</sub>) teoritis

$$= 2 \times 3,9396 \text{ kg/hari} = 7,8792 \text{ kg/hari}$$

Suhu rata - rata = 28<sup>o</sup> C

Berat jenis rata-rata udara pada suhu 28<sup>o</sup> C

$$= 1,1725 \text{ kg/m}^3$$

Asumsi jumlah O<sub>2</sub> di dalam udara = 23,2 %

$$\text{Kebutuhan oksigen} = \frac{\text{kebutuhan O}_2 \text{ teoritis}}{\text{berat jenis udara} \times \text{jumlah O}_2} = \frac{7,8792 \text{ kg/hari}}{1,1725 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,232 \frac{\text{O}_2}{\text{g}} \text{-udara}} = 28,965 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Efisiensi diffuser} = 5 \%$$

#### Kebutuhan oksigen aktual

$$= \frac{\text{kebutuhan oksigen}}{\text{efisiensi difuser}} = \frac{28,965 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,05} = 579,3 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,402 \text{ m}^3/\text{menit}$$

#### Tabel 25. Jenis - jenis Blower Udara

No	Merk	Tipe	Kapasitas (m <sup>3</sup> /mnt)
1	Futszu	TSB 50	1-100
2	Futszu	TSB 65	1-100

Sumber : Data Primer 2014

Blower udara yang dibutuhkan adalah 2 unit ( 1 utama + 2 cadangan). Jumlah Media sarang tawon yang adalah 333 buah atau 350 buah.

#### 5. Bak Pengendapan Akhir

$$\text{Debit air limbah (Q)} = 75 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Waktu tinggal (td)} = 2-4 \text{ jam (Said, BPPT)}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Volume bak} = \text{td} \times \text{debit} = \frac{2}{24} \text{ hari} \times 75 \text{ m}^3/\text{hari} = 6,25 \text{ m}^3 \leftrightarrow 6,5 \text{ m}^3$$

**Tabel 26. Dimensi Unit Bak Pengendap Akhir**

No.	Kriteria	Ukuran (m)
1	Panjang	1,5
2	Lebar	2,5
3	Kedalaman air efektif	2
4	Tinggi ruang bebas	0,5

Sumber : Data Primer, 2016

$$\text{Volume} = P \times L \times T = 1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 7,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Chek td} = \frac{v}{Q} = \frac{6,25 \text{ m}^3}{75 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,083 \text{ hari} \rightarrow 2 \text{ jam}$$

#### Beban permukaan (surface loading)

$$= \frac{Q}{P \times L} = \frac{75 \text{ m}^3/\text{hari}}{1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

#### Beban permukaan pada saat puncak

$$= \text{Beban permukaan rata-rata} \times 2 = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari} \times 2 = 40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

Standar JWWA beban permukaan 20 - 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·hari. Waktu tinggal pada saat beban puncak adalah 1 jam.

#### Zona lumpur

Konsentrasi SS yang tersisih di pengendap awal = 50%

$$\text{SS terolah} = \text{SS masuk} \times \text{efisiensi removal} = 16,115 \text{ mg/l} \times 50\% = 8,0575 \text{ mg/l}$$

#### SS yang tersisa

$$= 16,115 \text{ mg/l} - 8,0575 \text{ mg/l} = 8,0575 \text{ mg/l}$$

#### Lumpur yang terbentuk = SS tersisa x debit

$$= 8,0575 \text{ mg/l} \times 75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 8,0575 \text{ mg/l} \times 75.000 \text{ l/hari} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$$

$$= 0,6043 \text{ kg/hari}$$

Lumpur mengandung kadar solid 5 % (air 95%)

$$\text{Berat jenis lumpur biologis} = 1,005 \text{ g/cm}^3$$

#### Berat endapan SS

$$= \text{efisiensi removal} \times \text{SS terbentuk}$$

$$= 50\% \times 0,6043 \text{ kg/hari} = 0,3012 \text{ kg/hari}$$

#### Volume lumpur rata-rata perhari

$$= \frac{0,3012 \text{ kg/hari}}{0,05 \frac{\text{g}}{\text{g}} \times 1005 \text{ kg/m}^3} = 0,006 \text{ m}^3/\text{hari}$$

#### Dimensi ruang lumpur

**Tabel 27. Dimensi Zona Lumpur Bak Pengendap Akhir**

No.	Kriteria	Ukuran (m)
1	Panjang	1,5
2	Lebar	2,5
3	Kedalaman	0,5
4	Sudut kemiringan	45 <sup>o</sup>

Sumber : Data Primer, 2016

Volume ruang lumpur yang membentuk sudut

$$45^{\circ} = \frac{0,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}}{2} = 0,3125 \text{ m}^2$$

#### Volume ruang lumpur

$$= 1,875 \text{ m}^3 + 0,3125 \text{ m}^3 = 2,1875 \text{ m}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Pengurasan} &= \frac{\text{volume ruang lumpur}}{\text{debit lumpur}} \\ &= \frac{2,1875 \text{ m}^3}{0,006 \text{ m}^3/\text{hari}} = 364,58 \text{ hari.} \end{aligned}$$

Jadi pengurasan dilakukan setiap 364,58 hari sekali dengan menggunakan Pompa Sedot.

Waktu tinggal (td) pada setiap unit pengolahan dari *Influen* sampai dengan *Efluen* :

- Bak pengumpul : 4 jam
- Koagulasi – flokulasi : 40 detik – 20 detik
- Bak pengendapan awal : 2 jam  
Jika, berada pada beban puncak waktu tinggal (td) 1 jam
- Bak anaerob : 2 jam
- Biofilter aerob : 6,4 jam  
Jika, berada pada beban puncak waktu tinggal (td) 3,2 jam
- Bak pengendapan akhir : 2 jam  
Jika, berada pada beban puncak waktu tinggal (td) 1 jam

Jadi, jumlah total waktu tinggal pada IPAL yang direncanakan adalah 16 jam 41 menit per hari dan jika berada pada beban puncak berjumlah 13 jam 21 menit per hari.

#### 6. Klorinasi

Direncanakan :

- Kadar klor dalam kaporit = 60%  
 Berat jenis kaporit = 0,860 kg/L  
 Konsentrasi larutan klor = 5%  
 Daya pengikat klor = 1,2 mg/L  
 Sisa klor = 0,2 mg/L  
 Debit (Q) = 75 m<sup>3</sup>/hari

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kaporit} &= \frac{100}{60} \times \text{dosis klor} \times \text{debit} \\ &= \frac{100}{60} \times 1,4 \text{ mg/l} \times 0,866 \text{ l/dtk} \\ &= 2,02 \text{ mg/dtk} \rightarrow 0,233 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### Volume kaporit

$$= \frac{\text{Kebutuhan kaporit}}{\text{Berat jenis kaporit}} = \frac{0,233 \text{ kg/hari}}{0,860 \text{ kg/l}} = 0,27 \text{ l/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Pelarut} &= \frac{(100\% - 5\%)}{5\%} \times \text{Volume kaporit} \\ &= \frac{(100\% - 5\%)}{5\%} \times 0,27 \text{ l/hari} \\ &= 5,13 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

#### Volume larutan kaporit

$$= \text{volume kaporit} + \text{volume pelarut} = 0,27 \text{ l/hari} + 5,13 \text{ l/hari} = 5,4 \text{ l/hari} = 0,225 \text{ l/jam}$$

**Tabel 28. Jenis – jenis Dosing pump**

No	Merk	Type	Kapasitas (l/jam)
1	Futzu	Cnpa 1000ppe200a01	0,3 – 0,7
2	Futzu	Po2	0,237 – 0,79

Sumber : Data Primer, 2016

#### 7. Kebutuhan pompa

Q Pompa = 75 M<sup>3</sup>/ hari = 0,000866 M<sup>3</sup>/dtk  
 Diameter pipa = 5,08 cm = 0,0508 meter  
 Kapasitas = 52,08 l/menit  
 Diameter pipa = 2 inch

**Tabel 29. Jenis-jenis Pompa**

No	Merk	Type	Kapasitas (l/mnt)	Diameter pipa (inch)
1	Venezia	TGA 1C	100	2
2	Venezia	TPS 550	200	2
3	Venezia	VSM750-1	230	2

Sumber : Data Primer, 2016

Pompa = 6 unit (3 utama + 3 cadangan).

#### 8. Kebutuhan lahan total

**Tabel 30. Kebutuhan Lahan**

No	Unit	Panjang (m)	Lebar (m)
1	Bak pengumpul (ekualisasi)	4	2,5
2	Koagulasi	1	1
3	Flokulasi	3	2
4	Pengendap awal	3	2
5	Bak anaerob	2,5	4
6	Biofilter aerob	4	2,5
7	Pipa dosing pump	1	-
8	Bak klorinasi UV	1	1

Sumber : Data Primer, 2016

#### 9. Rencana anggaran biaya

**Tabel 31. Rekapitulasi RAB IPAL RS. PBA**

No.	URAIAN	HARGA (Rp)
I	BAK PENGUMPUL	12,906,359.32
II	BAK KONTROL	1,077,770.87
III	BAK KOAGULASI - FLOKULASI	11,691,211.02
IV	BIOFILTER AEROB	31,941,441.38
V	BAK PENGENDAPAN AKHIR	15,061,285.44
VI	BAK KLORINASI (UV)	2,453,148.39
VII	LAIN-LAIN	34,677,950.37
<b>JUMLAH</b>		<b>109,799,167.14</b>
<b>PPN 10 %</b>		<b>10,979,916.71</b>
<b>JUMLAH + PPN</b>		<b>120,779,083.86</b>
<b>DIBULATKAN</b>		<b>120,700,000.00</b>
<b>TERBILANG</b>	<b>SERATUS DUA PULUH JUTA TUJUH RATUS RIBU</b>	

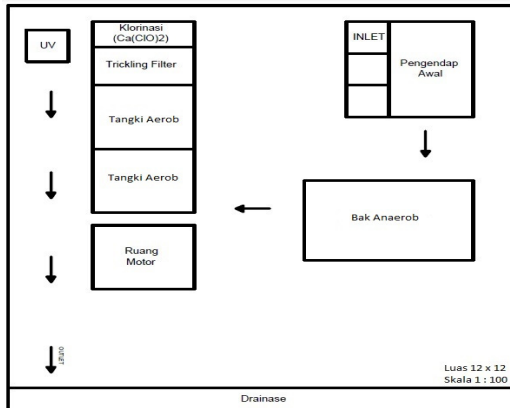
Sumber : Data Primer, 2016

#### 10. IPAL RS. PBA

**Tabel 32. IPAL RS. PBA.**

INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)	
EXISTING	PLANNING
Pengendapan awal ( <i>Sedimentasi</i> )	Pengumpul ( <i>Ekuialisasi</i> )
Anaerobik	Pengendapan awal ( <i>Sedimentasi</i> )
Aerobik	Koagulasi - Flokulasi
- <i>Completely mixed activated sludge</i> (CMAS)	- Kapur ( <i>Lime</i> )
Trickling filter	Anaerobik
Klorinasi	Biofilter Aerobik
- Kalsium Hipoklorit ( $Ca(ClO)_2$ )	- Sarang tawon
- Lampu UV	Klorinasi
	- Kalsium Hipoklorit ( $Ca(ClO)_2$ )
	- Lampu UV
	Pengendapan akhir ( <i>Sludge - Disposal</i> )

Sumber : Data Primer, 2016



Gambar 3. Denah IPAL Eksisting RS. PBA.

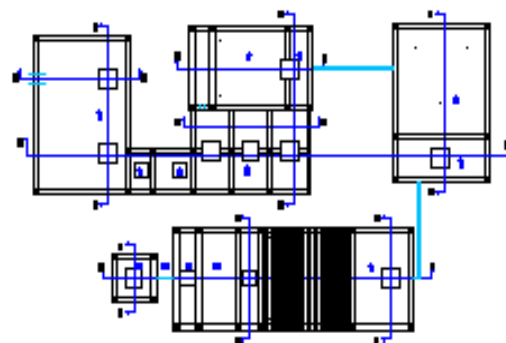
## 5. SIMPULAN

- Konsentrasi beban pencemar air limbah dari *Inlet*: BOD 134mg/l, COD 288,97mg/l, SS 128,92 mg/l, Amonia 127,75mg/l, MBAS 5,21mg/l, Phosfat 4,02mg/l, dan hasil pengolahan IPAL eksisting, yaitu BOD 12,99mg/l, COD 50mg/l, SS 10mg/l, Amonia 17,6mg/l, MBAS 0,292mg/l, Phosfat 3,81mg/l.
- Pada *Outlet* IPAL eksisting konsentrasi beban pencemar yang melebihi baku mutu Pergub Lampung No.7 Tahun 2010, yaitu Amonia total ( $NH_3-N$ ) dan Phosfat.
- Dimensi dengan proses biofilter aerobik adalah :
  - Unit pengumpul ; P = 4 m, L = 2,5 m, T = 1,5 m, T. ruang bebas = 0,5 m.
  - Unit koagulasi – flokulasi memiliki 1 bak pada unit koagulasi dan 6 ruang pada flokulasi, sebagai berikut :
    - Koagulasi ; P = 1m, L = 1m, T = 1m, dan T = 1,25m.
    - Flokulasi ; P = 1 m, L = 1 m, T = 1 m, dan T. ruang bebas 0,3 m.
  - Unit pengendapan awal ; P = 3 m, L = 2 m, T = 2 m, T. ruang bebas = 0,5 m, dengan dimensi zona lumpur tepat dibawah bak pengendap awal dengan dimensi ; P = 3 m, L = 2 m, kedalaman = 0,5 m, dan membentuk sudut kemiringan  $45^\circ$ .
  - Unit biofilter aerobik adalah ;
    - Ruang aerasi ; P = 1,5 m, L = 2,5 m, T = 2 m, T. ruang bebas = 0,5 m.
    - Ruang bed media ; P = 2,5 m, L = 2,5 m, T = 2 m, T. ruang bebas = 0,4 m.
  - Unit pengendapan akhir ; P = 1,5 m, L = 2,5 m, T = 2 meter, T. ruang bebas = 0,5 m, dimensi zona lumpur ; P = 1,5m, L = 2,5m, kedalaman = 0,5m, sudut kemiringan  $45^\circ$ .
  - Bak klorinasi ; P = 1m, L = 1m, T = 1m.

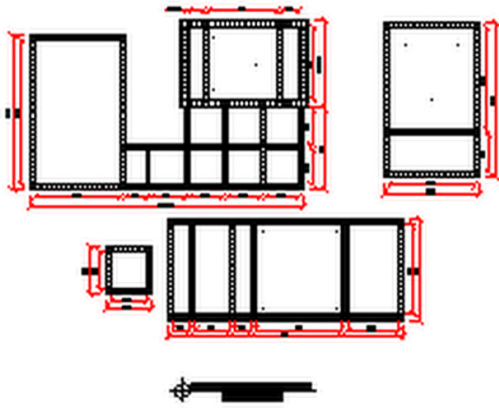
## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Peraturan Gubernur No 7. 2010. Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ atau Kegiatan di Provinsi Lampung.* Lampung.
- Anonim. 2013. *Daftar Harga Upah, Bahan, dan Peralatan Kota Bandar Lampung. 2013.* Dinas Pengairan dan Permukiman Provinsi Lampung.
- Anonim. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001. Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.* Jakarta.
- Arifin. 2008. *Tentang Limbah Medis.* Yogyakarta.
- Asmadi & Suharno. 2012. *Dasar Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah.* Gosyen Publishing. Yogyakarta.
- Anonim. 2009. *Undang – Undang Republik Indonesia No. 44 tahun 2009. Tentang Rumah Sakit.* Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Hardoyo. 2012. *Pengelolaan Buangan Industri.* Diktat Kuliah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Malahayati. Bandar Lampung.
- Metcalf & Eddy. 2003. *Waswater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse, 4th ed.,* McGraw Hill Book Co., New York.
- Said, N.I. 2003. *Pengelolaan Air Buangan Rumah Sakit.* BPPT. Jakarta.
- Said, N.I. 2005. *Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah.* Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. Jakarta.
- Sulistyaningrum, D.A. 2011. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan.* Materi Kuliah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Malahayati. Bandar Lampung.

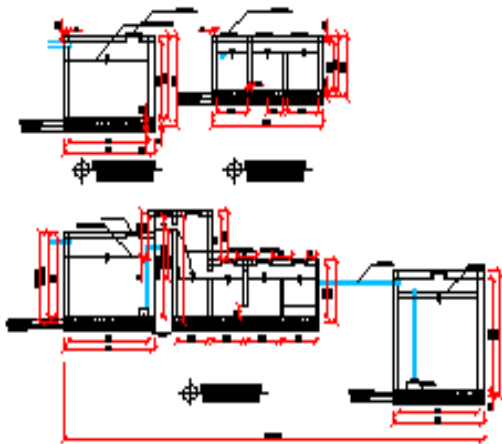
## LAMPIRAN



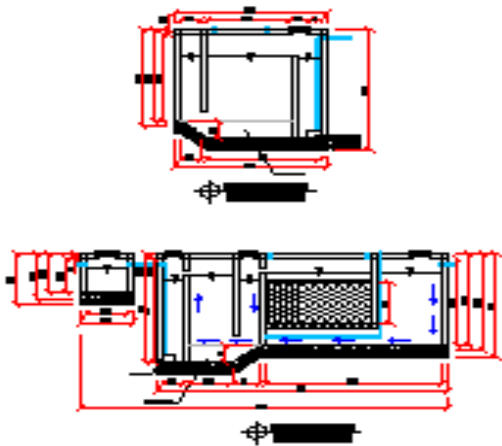
Gambar 4. Denah Perencanaan IPAL RS. PBA



**Gambar 5. Denah Perencanaan Balok dan Kolom IPAL RS. PBA**



**Gambar 6. Potongan**



**Gambar 7. Potongan**