

**PERENCANAAN PENGELOLAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) PADA PUSKESMAS BAYAN KECAMATAN BAYAN  
KABUPATEN LOMBOK UTARA**

*Waste Water Treatment Installation Management Plan At Bayan Health Center, Bayan  
District, North Lombok Regency*

ARTIKEL ILMIAH

Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**Ni Ketut Kartika Rahayu  
F1A 019 140**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM  
2023**

**ARTIKEL ILMIAH**

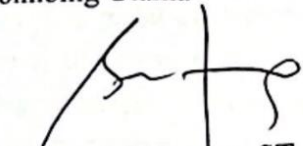
**PERENCANAAN PENGELOLAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH (IPAL) PADA PUSKESMAS BAYAN KECAMATAN BAYAN  
KABUPATEN LOMBOK UTARA**

Oleh:

**Ni Ketut Kartika Rahayu  
F1A 019 140**

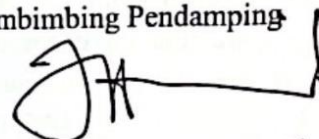
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama

  
**I A O Suwati Sideman, ST., MSc.**  
**NIP. 19691011 199702 2 002**

Tanggal:

2. Pembimbing Pendamping

  
**Ir. Anid Supriyadi, MT.**  
**NIP. 196608131994031001**

Tanggal:

Mengetahui,  
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Hariyadi, ST., MSc(Eng), Dr.Eng.**

**NIP. 197310271998021001**

# PERENCANAAN PENGELOLAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PADA PUSKESMAS BAYAN KECAMATAN BAYAN KABUPATEN LOMBOK UTARA

Ni Ketut Kartika Rahayu<sup>1</sup>, Ida Ayu Oka Suwati Sideman<sup>2</sup>, Anid Supriyadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Email : [kartika.rahayu2001@gmail.com](mailto:kartika.rahayu2001@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Tingginya angka pertumbuhan dan meningkatnya urbanisasi di berbagai daerah yang berada di Indonesia mengakibatkan angka pembangunan fisik terus meningkat. Demikian pula halnya dengan pembangunan fasilitas kesehatan umum seperti puskesmas yang dibangun untuk menunjang kebutuhan masyarakat. Disamping peran puskesmas untuk menunjang kebutuhan kesehatan masyarakat tentu membuat fasilitas ini selalu ramai dan aktivitas yang padat akan menghasilkan buangan serta limbah, sehingga sistem pengoprasian puskesmas diupayakan harus memperhatikan lingkungan agar tidak menimbulkan adanya pencemaran dengan keberadaan limbah yang berlebihan karena dapat merusak lingkungan dan mengganggu aktifitas masyarakat yang berada di sekitar lingkungan puskesmas.

Pada perencanaan unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Puskesmas Bayan, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara menggunakan metode biofilter Aerob-Anaerob dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti diantaranya dimensi, volume, dan kedalaman untuk mempermudah dalam kegiatan pemeliharaan dan pemberdayaan. Dalam perencanaan ini erat kaitannya dengan beberapa data seperti data primer dan sekunder, perhitungan dimensi unit IPAL, penggambaran desain IPAL serta perhitungan anggaran biaya IPAL.

Desain instalasi pengolahan air limbah untuk perencanaan pada Puskesmas Bayan terdiri dari beberapa bak pengolahan seperti bak pemisah minyak dan lemak dengan dimensi 1,0 m x 1,0 m x 1,5 m; bak ekualisasi dengan dimensi 4,0 m x 2,0 m x 1,5 m; bak pengendapan awal dengan dimensi 3,0 m x 1,5 m x 1,5 m; bak biofilter anaerob dengan dimensi 3,4 m x 2,0 m x 1,5 m; bak biofilter aerob dengan dimensi 2,6 m x 1,3 m x 1,5 m; dan bak pengendapan akhir dengan dimensi 2,4 m x 1,2 m x 1,5 m dan bak kontrol dengan dimensi 100 cm x 100 cm x 100 cm. Adapun untuk perhitungan struktur bangunan unit IPAL ini menggunakan mutu beton K250, dan memperhitungkan kualitas dan kuantitasnya melalui perhitungan BOQ (Bill Of Quality) sehingga diperoleh estimasi perkiraan rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan instalasi pengolahan air limbah pada Puskesmas Bayan ini sebesar Rp 135.100.000,00

**Kata Kunci :** Limbah Cair, Puskesmas, IPAL, Biofilter, BOQ, RAB.

## ***ABSTRACT***

The high rate of growth and increasing urbanization in various regions in Indonesia has resulted in the rate of physical development continuing to increase. This is also the case with the construction of public health facilities such as health centers which are built to support community needs. In addition to the role of the puskesmas to support the health needs of the community, of course this makes this facility always crowded and busy activities will produce waste and waste, so that the puskesmas' operating system must pay attention to the environment so as not to cause pollution with the presence of excessive waste because it can damage the environment and disrupt community activities. located in the vicinity of the health center.

Planning the wastewater treatment plant unit (WWTP) at the Bayan Health Center, Bayan District, North Lombok Regency, the Aerob-Anaerobic biofilter method is used by considering several things, such as dimensions, volume, and depth to facilitate maintenance and empowerment activities. This plan is closely related to several data such as primary and secondary data, calculation of the dimensions of the WWTP unit, description of the WWTP design and calculation of the WWTP budget.

The design of the wastewater treatment plant for planning at the Bayan Health Center consists of several processing tanks such as an oil and grease separator tub with dimensions of 1.0 m x 1.0 m x 1.5 m; equalization tub with dimensions of 4.0 m x 2.0 m x 1.5 m; initial settling tub with dimensions of 3.0 m x 1.5 m x 1.5 m; anaerobic biofilter tub with dimensions of 3.4 m x 2.0 m x 1.5 m; aerobic biofilter tub with dimensions of 2.6 m x 1.3 m x 1.5 m; and a final settling tank with dimensions of 2.4 m x 1.2 m x 1.5 m and a control tub with dimensions of 100 cm x 100 cm x 100 cm. As for the calculation of the structure of the WWTP unit building, it uses K250 concrete quality, and takes into account the quality and quantity through BOQ (Bill Of Quality) calculations so that an estimate of the estimated budget plan (EBP) needed for the construction of a wastewater treatment plant at the Bayan Health Center is obtained in the amount of Rp. 135,100,000.00

***Keywords:*** Wastewater Effluent, Health Center, WWTP, Biofilter,BOQ, EBP.

## **I. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Tingginya angka pertumbuhan dan meningkatnya urbanisasi berbagai daerah

yang berada di Indonesia mengakibatkan angka pembangunan fisik terus meningkat. Demikian halnya dengan pembangunan

fasilitas kesehatan seperti puskesmas yang dibangun untuk turut menunjang kebutuhan masyarakat.

Peran penting puskesmas untuk mendukung dan menunjang beberapa kebutuhan kesehatan masyarakat membuat puskesmas memiliki aktivitas yang padat sehingga menghasilkan limbah buangan. Oleh karena itu, pengoprasian puskesmas diupayakan memperhatikan lingkungan agar tidak timbul aktifitas pencemaran.

Untuk menanggulangi keberaan limbah dan adanya pencemaran lingkungan oleh aktifitas puskesmas maka dibutuhkan sistem unit IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah), untuk mengatur dan mengolah limbah yang dihasilkan oleh puskesmas agar dapat dikelola dengan optimal.

Puskesmas Bayan memiliki unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dioperasikan dan dikelola langsung oleh pihak Puskesmas Bayan. Meskipun sudah terdapat unit IPAL, namun masih banyak terdapat kendala dan permasalahan pada pengoprasian IPAL Puskesmas Bayan diantaranya adalah :

1. Pengoprasian IPAL Puskesmas Bayan sempat terhenti karena adanya beberapa masalah seperti penyumbatan pada pipa dan dioprasiakan kembali namun masih terkendala dengan adanya penyumbatan dan pengolahan air limbah yang tidak maksimal oleh tabung Biofilter sehingga sekarang pengoprasian IPAL terhenti kembali.
2. Belum adanya status rujukan mengenai kualitas hasil IPAL dengan hasil effluent yang tidak dimanfaatkan untuk sanitasi, \*\*\*penyiraman dan hal lainnya
3. Adanya pengembangan puskesmas yang mangacu pada jumlah penduduk dengan tingkat pelayanan yang akan terus meningkat (berdasarkan data

sekunder yang diperoleh dari pihak puskesmas)

4. Belum memiliki assessment berupa (izin dan penilaian) yang dikeluarkan maupun ditetapkan oleh pemerintah terkait yaitu Dinas Kesehatan Kabupaten Lombok Utara mengenai IPAL yang dioprasiakan

Sehingga dengan adanya permasalahan diatas, maka mempertimbangkan perlunya dilakukannya perencanaan ulang mengenai pengoprasian sistem IPAL pada Puskesmas Bayan untuk meningkatkan optimalisasi kinerja IPAL dan meminimalisir masalah yang dapat terjadi pada unit IPAL untuk beroperasi serta dapat menghasilkan air limbah untuk diolah sesuai standar yang telah ditentukan

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah volume air limbah yang akan dihasilkan oleh Puskesmas Bayan?
2. Bagaimana desain unit IPAL yang akan direncanakan pada Puskesmas Bayan?
3. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk IPAL yang akan direncanakan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah volume air limbah yang dihasilkan untuk diolah oleh unit (IPAL) di Puskesmas Bayan
2. Merencanakan desain unit IPAL yang lebih optimal pada Puskesmas Bayan
3. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dari unit IPAL yang berada di Puskesmas Bayan sesuai dengan yang akan direncanakan

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai rekomendasi dan saran perbaikan yang akan dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja IPAL di Puskesmas Bayan.
2. Sebagai masukan kepada manajemen Puskesmas Bayan untuk menentukan kebijakan terkait untuk beberapa upaya pengelolaan lingkungan.
3. Dapat mengetahui hasil perencanaan kinerja sistem unit IPAL di Puskesmas Bayan, sehingga dapat merencanakan sekaligus mengambil keputusan untuk sistem pada unit IPAL
4. Bagi Penulis dapat memberikan beberapa kontribusi berupa pemikiran dan ide untuk meningkatkan kinerja serta hasil analisis IPAL di Puskesmas Bayan.

## 1.4 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu, biaya dan juga kemampuan yang dimiliki, maka penelitian ini dibatasi pada hal sebagai berikut:

1. Analisis dan optimalisasi difokuskan pada kinerja IPAL di Puskesmas Bayan.
2. Analisis dilakukan berdasarkan pada limbah cair domestik dan limbah cair medis.
3. Upaya optimalisasi pengelolaan yang dilakukan adalah optimalisasi pengelolaan air limbah yang berasal dari air buangan pada Puskesmas Bayan.
4. Variabel penelitian yang akan ditinjau yaitu dari faktor sumber daya manusia, mesin, dan proses IPAL itu sendiri.
5. Data yang digunakan menggunakan jumlah penduduk yang ada pada kecamatan bayan karena Puskesmas Bayan merupakan Puskesmas rujukan kecamatan.
6. Perhitungan bak Unit IPAL menggunakan perhitungan debit harian.

## II. Dasar Teori

### 2.1 Puskesmas

Mengacu pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.75 tahun 2014 tentang puskesmas atau pusat kesehatan masyarakat adalah suatu fasilitas pelayanan untuk kesehatan yang melayani dan menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat serta upaya yang memadai untuk kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan beberapa upaya promotif dan preventif, guna untuk mencapai derajat kesehatan pada masyarakat yang setinggi-tingginya. Terdapat dua jenis puskesmas menurut Departemen Kesehatan RI (2001) yaitu:

- a. Puskesmas Perawatan (Rawat Inap)
- b. Puskesmas Non Perawatan (Non Rawat Inap)

### 2.2 Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 7 Tahun 2016 mengenai Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair.

Sedangkan air limbah domestik adalah air limbah bukan berbahaya dan beracun berupa buangan jamban, mandi, dan mencuci serta buangan kawasan permukiman (Perda DIY, 2013).

### 2.3 Limbah Puskesmas

Limbah puskesmas adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan puskesmas dan unitnya dalam bentuk padat, cair, pasta (gel) maupun gas yang mengandung berbagai macam mikroorganisme patogen bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian bersifat radioaktif yang berbahaya (Depkes, 11 2006).

Jenis limbah cair yang terdapat pada

puskesmas mengandung berbagai bahan dengan jenis organik dan anorganik yang umumnya diukur dengan parameter BOD, COD dan TSS.

Limbah padat rumah sakit terdiri atas sampah mudah membusuk, sampah mudah terbakar, dan sampah lainnya.

Arifin (2008) Menyebutkan secara umum mengenai limbah rumah sakit dibagi dalam (dua) kelompok besar, yaitu: 1) limbah medis 2) limbah non medis baik padat maupun cair. Limbah klinis/medis padat adalah limbah yang terdiri dari limbah benda tajam, limbah infeksius, limbah laboratorium, limbah patologi atau jaringan tubuh, limbah sitotoksis, limbah farmasi, dan limbah kimiawi.

### 2.3.1 Sumber Limbah Puskesmas

Limbah cair puskesmas adalah hasil buangan dari seluruh kegiatan puskesmas, mulai dari kegiatan domestik yaitu buangan dari kamar mandi, dapur, dan laundry sampai dengan kegiatan klinis seperti air bekas pencucian pada ruang operasi, aktifitas laboratorium, radiologi, dan lain-lain (Alamsyah, 2007; Akbar, 2010).

- a. Limbah Klinis
- b. Limbah
- c. Limbah Radioaktif

### 2.3.2 Pengelolaan Limbah Puskesmas

Diatur dalam undang-undang No 36 tahun 2009 tentang kesehatan, dinyatakan bahwa kesehatan merupakan hak asasi manusia dan salah satu unsur kesejahteraan yang harus diwujudkan sesuai dengan cita-cita bangsa Indonesia sebagaimana dimaksud dalam pancasila dan undang-undang dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945.

Terkait dengan pengelolaan limbah B3, pemerintah melalui permenkes no 1204 tahun 2004 tentang kesehatan lingkungan rumah sakit, telah menetapkan adanya modifikasi upaya penampungan limbah

padat medis dalam hubungannya sebagai limbah B3 agar tidak membahayakan bagi masyarakat sekitar di lingkungan rumah sakit.

Berbagai cara yang digunakan untuk reduksi limbah pada sumbernya adalah:

- a. House Keeping yang baik
- b. Segregasi aliran limbah
- c. Pelaksanaan preventive maintenanc.
- d. Pengelolaan bahan (material inventory),
- e. Pengaturan kondisi proses dan operasi yang baik

### 2.3.3 Karakteristik Limbah Cair Puskesmas

Limbah cair yang terdapat pada puskesmas umumnya memiliki tiga karakteristik, yaitu :

#### 1. Karakteristik Fisik

Karakteristik Fisik Penetapan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi pada adanya sifat fisik yang gampang terlihat yaitu kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna juga temperatur.

#### 2. Karakteristik kimia

Secara umum karakteristik kimia dalam air limbah terbagi menjadi dua, yaitu kimia organik dan anorganik.

#### 3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi ini dibutuhkan untuk mengukur kualitas air yang dihasilkan oleh IPAL terutama bagi air hasil pengolahan yang diperuntukkan sebagai air minum dan air bersih.

## 2.4 Standar Air buangan

### 2.4.1 Stream Standard

Stream standart merupakan suatu komponen untuk menunjukkan kualitas badan air pada kondisi dimasukkannya air buangan ke dalam badan air tersebut. Standar ini sangat dipengaruhi oleh kualitas pada badan air yang selama pengalirannya mendapati perubahan debit dan perilaku.

### 2.4.2 Effluent Standard

Effluent standard adalah suatu batasan atau baku mutu konsentrasi air buangan yang oleh dibuang dan dikeluarkan ke badan air penerima tanpa memperhatikan kondisi badan air penerima. Standard ini lebih baik untuk dipergunakan sebab lebih aman dari terjadinya pencemaran.

Biasanya kriteria yang ditetapkan pada standard ini lebih ketat dibandingkan standard pertama, kecuali bila debit badan air penerima amat kecil.

### 2.5 Karakteristik Air Buangan

Terdapat 3 sifat yang ada pada air limbah dan juga sifat-sifatnya, yaitu:

- a. Sifat Fisik
- b. Sifat Kimia
- c. Sifat Biologis

### 2.6 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah bertujuan untuk memperbaiki kualitas air limbah, mengurangi kandungan seperti BOD, COD dan partikel tercampur, menghilangkan bahan nutrisi dan komponen beracun, serta menghilangkan zat tersuspensi dan mikroorganisme patogen, agar mendekomposisi zat organik (Asmadi, dkk, 2012).

Adapun parameter pemeriksaan limbah cair domestik pada unit (IPAL) diantaranya adalah:

#### 1. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD adalah jumlah kadar oksigen yang digunakan oleh suatu mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terkandung pada kondisi standar.

Semakin tinggi angka BOD menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah yang semakin besar.

#### 2. COD (Chemical Oxygen Demand)

COD adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui zat organik dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia

(Asmadi, 2012). Kadar COD dalam air biasanya lebih tinggi dari kadar BOD, hal tersebut terjadi karena senyawa kimia lebih banyak dapat dioksidasi secara kimia dari oksidasi biologi.

#### 3. Padatan Total (Total Solid)/TSS

TSS Merupakan padatan sisa hasil penguapan sampel limbah cair pada suhu 103°C-105°C. Padatan total berupa bahan padat tidak terlarut 16 dan bahan terapung serta senyawa-senyawa terlarut dalam air dan bahan yang tidak lolos saringan filter (Sugiharto, 2014).

#### 4. pH

pH Merupakan angka yang menunjukkan derajat keasaman yang memungkinkannya mikroorganisme di dalam air hidup dengan baik. pH yang baik untuk air limbah yaitu 7 atau netral (Sugiharto, 2014)

#### 5. Temperatur

Temperature/Suhu merupakan air limbah biasanya berkisar 13-24°C (Sugiharto, 2014). Keputusan Menteri Negara Indonesia mengenai Lingkungan Hidup No. 58 tahun 1995 tanggal 25 Desember 1995 mengeluarkan baku mutu limbah cair rumah sakit dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
BOD5	75
COD	100
TSS	100
pH	6,0-9,0

Sumber, KepMenLH58(1995)

### 2.6.1 Pengolahan Pendahuluan

Pengolahan pendahuluan merupakan unit yang ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang dinilai akan mengganggu proses atau unit-unit pengolahan. Berguna untuk menyaring benda-benda kasar yang ada pada air limbah.

Bar Screen terbuat dari batangan besi atau baja yang dipasang sejajar membentuk kerangka yang kuat. Kisi-kisi dipasang



melintang pada saluran sebelum unit 26 pengolahan selanjutnya, membentuk sudut 30° sampai 60° terhadap bidang datar saluran (Seely,1960).

### 2.6.2 Pengolahan Tingkat Kedua (Secondary Treatment)

Pengolahan tahap kedua pada prinsipnya bertujuan untuk menghilangkan zat organik terlarut dan suspended solid didalam limbah cair. Berikut pengolahan tingkat kedua yang umum dipakai dalam sistem pengolahan limbah cair:

#### 1. Sedimentasi

Sedimentasi bisa berbentuk lingkaran atau segi empat. Kriteria-kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi seperti surface loading (beban permukaan), kedalaman bak, dan waktu tinggal.

Cara menghitung beban permukaan adalah:

$$V_o = Q / A \dots\dots\dots (2-2)$$

$V_o$  = Laju limpahan ( $m^3 / m^2$  hari)

$Q$  = aliran rata-rata harian ( $m^3 /$ hari)

$A$  = Total luas permukaan ( $m^2$ )

Tabel 2.3 Kriteria Desain Unit Sedimentasi

No	Parameter	Simbol	Satuan	Besaran
1	Waktu detensi	Td	Jam	1-2
2	Overflow rate	$V_o$	$m^3 /$ hari	20-30
3	Beban pelimpah		$m^3 /$ hari	124-370
4	Kedalaman	D	M	3-6

Sumber: Wastewater Treatment, Syed R.

#### 2. Bioreaktor

Bioreaktor atau dikenal juga dengan nama fermentor adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan sebuah lingkungan biologis yang dapat menunjang terjadinya reaksi biokimia dari bahan mentah menjadi materi yang dikehendaki.

Tabel 2.4 Kriteria Desain Bioreaktor

Kriteria Desain	Dimensi
-----------------	---------

Tinggi (kedalaman reaktor)	1,8-9,1 m
Lebar Tangki	1,5 – 2 kali tinggi tangka
Panjang Tangki	5 kali lebar tangka

Sumber: Reynold dan Richard, 199

#### 3. Lumpur Aktif (activated sludge)

Proses lumpur aktif ini secara prinsip adalah proses aerobik dimana senyawa organik dioksidasi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ ,  $NH_4$  dan sel biomassa baru. Adapun dalam proses ini memperhitungkan beberapa hal seperti :

- **Beban BOD**

Beban BOD yaitu jumlah massa BOD pada air limbah yang masuk dibagi volume reaktor. Persamaan yang digunakan adalah:  $Beban\ BOD = (Q \times S_o) / V \dots\dots\dots (2-7)$

$Q$  = Debit air limbah ( $m^3 /$ hari)

$S_o$  = Konsentrasi BOD dalam air limbah yang masuk ( $kg/m^3$ )

$V$  = Volume reaktor ( $m^3$ )

- **Mixed liquor suspended solid (MLSS)**

MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material yang berbentuk organik dan mineral, termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme.

- **Mixed liquor volatile suspended solid (MLVSS).**

Porsi material organik pada MLSS diwakili oleh MLVSS, yang berisi material organik bukan mikroba, mikroba hidup dan mati, dan hancuran sel.

- **Food tomicroorganism ratio (F/M ratio)**

Parameter ini menunjukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganisme di dalam bak aerasi. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

$$F/M = \frac{Q(S_o - S)}{MLSS} \times V \dots\dots\dots (2-8)$$

$Q$  = Debit air limbah ( $m^3 /$ hari)

$S_o$  = Konsentrasi BOD masuk ( $kg/m^3$ )

$S$  = Konsentrasi BOD keluar ( $kg/m^3$ )

$V$  = Volume reaktor ( $m^3$ )

MLSS = Mixed Liquor suspended solid (kg/m<sup>3</sup>)

- Hidraulic retention time (HRT)

Waktu tinggal hidrolis (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh larutan untuk masuk dalam tangki aerasi untuk proses lumpur aktif. Adapun persamaan yang digunakan :

$$HRT = 1/D = V/Q \dots\dots\dots (2-9)$$

V = Volume reaktor bak aerasi (m<sup>3</sup> /hari)

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

D = laju pengenceran (jam<sup>-1</sup>)

- Rasio sirkulasi lumpur

Rasio sirkulasi lumpur yaitu perbandingan antara jumlah lumpur yang disirkulasi ke bak aerasi dengan jumlah air limbah yang masuk ke bak aerasi.

### 2.6.3 Pengolahan Ketiga

Pengolahan ketiga adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu. Pengolahan jenis ini akan dipergunakan jika pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya untuk masyarakat umum. Adapun proses yang terjadi pada pengolahan ketiga (tertiary treatment) yaitu :

a). Filtrasi

Filtrasi adalah pemisahan padat-cairan dimana cairan melalui media atau material untuk menyaring sebanyak mungkin suspended solids.

b). Disinfeksi/Klorinasi

Disinfeksi adalah proses untuk membunuh mikroorganisme patogen. Disinfeksi bisa dengan klor, ozon, dan sinar ultraviolet. Desinfeksi dilakukan dengan memakai klor selain dapat membunuh mikroorganisme patogen, juga dapat menghilangkan amoniak.

### 2.6.4 Pengolahan Lumpur

Sludge drying beds adalah salah satu cara/teknik pengeringan lumpur konvensional yang sering digunakan.

Tipikal lapisan terdiri atas pasir kasar dengan tebal 15 – 25 cm di dasarnya dan lapisan di atasnya di beri batu pecah.

## 2.7. Sistem Pengolahan Air Limbah

Nusa Idaman Said (1999) menyatakan bahwa, kegiatan pembuangan-pembuangan air limbah dilakukan melalui proses

### 1. Pengolahan Individual

Pengolahan air limbah individual adalah pengolahan yang dilakukan secara sendiri-sendiri pada masing-masing rumah terhadap limbah domestic yang dihasilkan.

### 2. Pengolahan Individu Lingkungan Terbatas

Pengolahan limbah domestik individu lingkungan terbatas dilakukan secara terpadu dalam wilayah yang kecil/ terbatas, seperti hotel, rumah sakit, bandar udara, pelabuhan dan fasilitas umum.

### 3. Pengolahan Komunal

Pengolahan limbah komunal adalah suatu pengolahan air limbah yang dilakukan pada suatu Kawasan pemukiman, industry, perdagangan seperti kota-kota besar.

## 2.8 Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

### 2.8.1 Sistem Pola Pengaliran Air Limbah

Joni Hermana (2010) menjelaskan bahwa penanganan air limbah domestic secara komunal diperlukan saluran air yang dapat mengalirkan air mulai dari tempat sumbernya sampai ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Saluran air limbah yang menyalurkan air limbah tersebut berupa jaringan pipa yang ditanam dibawah permukaan tanah. Beberapa hal spesifik yang terdapat dalam jaringan pipa rumah sakit:

- a. Pipa saluran air limbah menjadi satu kesatuan dalam jaringan pipa limbah yang berada pada saluran permukaan tanah.
- b. Dimensi pipanya besar
- c. Pada tempat-tempat pertemuan pipa harus ada bak kontrol

## 2.8.2 Perencanaan Instalasi Air Limbah

Menurut pendapat Said (2009), didalam merancang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) hal yang paling penting adalah menentukan jumlah debit air limbah yang akan diolah. Cara dan metode yang paling akurat adalah menghitung jumlah debit air bersih rata-rata sebenarnya yang digunakan perhari.

Menurut pendapat Joni Hermana (2010), dalam perencanaan pembangunan unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL) perlu dilakukan beberapa tahap yaitu:

1. Menentukan debit air limbah  
Cara dalam menentukan biasanya dilakukan berdasarkan dengan dua cara yaitu:
  - a. Perhitungan berdasarkan debit air limbah domestik/ hari =  $22,68$  lt/orang/hari.
  - b. Perhitungan berdasarkan debit air minum/ air bersih rata-rata (1/ dtk untuk 100 Orang).
2. Menentukan periode desain unit bangunan pengolahan air limbah (BPAL) Periode desain meliputi:
  - a. Initial Years  
Waktu untuk menyelesaikan konstruksi dan bangun yang siap beroperasi.
  - b. Design Years  
Tahun dimana bangunan mencapai kapasitas yang direncanakan.
3. Mengidentifikasi lahan berdasarkan periode dan debit rencana.  
Kesesuaian luas lahan menjadi salah satu faktor penting untuk penempatan bangunan pengolahan air limbah karena untuk penempatannya memerlukan tempat yang strategis dan sesuai dengan estetika pada bangunan.
4. Diagram Alir Proses Bangunan Pengolahan Air Limbah (BPAL)  
Joni Hermana (2010) menjelaskan bahwa, pemilihan unit operasi dan unit proses yang digunakan tergantung dari:

- a. Pengalaman
- b. Peraturan yang berlaku terhadap metoda pengolahan
- c. Ketersediaan peralatan pengolahan
- d. Pemanfaatan terhadap unit-unit yang sudah ada
- e. Biaya investasi dan Operasional Pemeliharaan (OM)
- f. Karakteristik air limbah sebelum dan sesudah pengolahan

### 5. Kriteria Perencanaan Unit BPAL (*Design Criteria*)

Joni Hermana (2010) menjelaskan bahwa, apabila diagram proses telah ditetapkan, maka langkah kemudian adalah menetapkan kriteria perencanaan unit setiap proses yang dipilih sehingga dimensi BPAL dapat ditetapkan. Kriteria perencanaan ini ditetapkan terutama untuk parameter kunci yang menjadi acuan dalam penetapan dimensi masing-masing unit BPAL.

### 6. Menghitung Dimensi BPAL (Preliminary Sizing)

- a. Bak pemisah Minyak dan Lemak

Grease trap adalah sebuah tempat atau wadah penangkap minyak dan lemak yang biasanya terdapat pada air buangan dapur. Untuk merancang bak pemisah lemak sederhana, waktu tinggal di dalam bak pemisah lemak umumnya berkisar antara 0,5 - 2 jam (Metcalf dan Eddy dalam Priyanka 2012). Dihitung dengan menggunakan rumus ( Said, 2011):

$$\text{Volume} = \text{debit rata-rata air limbah (m}^3/\text{menit)} \times T_d \text{ (menit)}$$

Dimana:

$rt$  = retention time (waktu tunggu)

$Q$  = Debit air limbah

- b. Bak Ekualisasi

Pada pengolahan ini bak ekualisasi berfungsi sebagai pengolahan awal (primary treatment). Untuk mengatur debit air limbah yang akan diolah serta untuk

menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar homogen dan proses pengolahan air limbah dapat berjalan dengan stabil. Untuk menghitung volume bak ekualisasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Dimana:

rt = Retention time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

#### c. Bak Pengendapan Awal

Bak pengendapan awal berfungsi untuk menghilangkan padatan tersuspensi yang terdapat pada air limbah misalnya lumpur organik yang seperti tanah liat nantinya akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Waktu tinggal dalam bak pengendap awal adalah 2 - 4 jam ( Said dkk, 2011 ). Untuk menghitung volume bak pengendap awal yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Said, 2011):

$$V = \frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Dimana:

rt = Retention time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

#### d. Biofilter

Biofilter berfungsi sebagai pengolahan lanjutan yang bersifat biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme. Berikut ini jenis unit pengolahan air limbah dengan sistem biofilter:

1. Biofilter Anaerobik
2. Biofilter Aerobik
3. Biofilter Anaerobik dan Biofilter Aerobik (*Hibride*)

#### e. Bak Pengendapan Akhir

Bak pengendap akhir berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada di dalam air limbah agar air olahan IPAL

menjadi jernih. waktu tinggal di dalam bak pengendap akhir umumnya sekitar 2-4 jam. Volume bak yang diperlukan ( said dkk, 2011 ) :

$$V = \frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Dimana:

rt = Retention time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

#### 2.8.2 Sistem Pengolahan Air Setempat

Sistem pengolahan air setempat (*on site sistem*) adalah sistem pembuangan air limbah dimana air limbah tidak dikumpulkan serta di salurkan ke dalam suatu jaringan saluran yang akan membawanya ke suatu tempat pengolahan air buangan atau badan air penerima, melainkan dibuang di tempat

#### 2.8.4 Debit Air Limbah

Khusus untuk air limbah yang berasal dari industri, besarnya debit tergantung dari jenis dan kapasitas produksi dari industri itu sendiri sehingga tidak ada ketentuan baku untuk perhitungannya (Wijatmiko, 2014).

Perhitungan debit air limbah berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996) kebutuhan air bersih per orang per hari diambil berdasarkan jumlah penduduk. Perhitungan debit air limbah dilakukan menggunakan asumsi bahwa 80% dari kebutuhan air minum akan menjadi air limbah.

- Debit Rata-Rata Air Limbah ( $Q_{ave}$ )

Dihitung dengan menggunakan rumus:

$Q_{ave}$  = Jumlah pengunjung x Q air bersih x 80%

Keterangan:

Q air = 15 liter/kursi (SNI 03-7065-2005)

- Debit limbah puncak ( $Q_{peak}$ )

Dapat dicari dengan persamaan berikut (Fair dan Geyer, 1954):

$Q_{peak}$  =  $f_{peak}$  x  $Q_{av}$

Dimana:

$Q_{peak}$  = Debit ir limbah puncak (l/detik)

$f_{peak}$  = Faktor puncak

$Q_{ave}$  = Debit air limbah rata-rata (l/detik)

### 2.8.5 Analisa Struktur Bak Pengolahan

Analisa ini digunakan untuk menghitung seberapa tebal beton dan juga spesifikasi dari pembesian yang akan digunakan. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan Analisa dari struktur bak pengolahan:

### 2.9 Rencana Anggaran Biaya

RAB adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk menghitung bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek

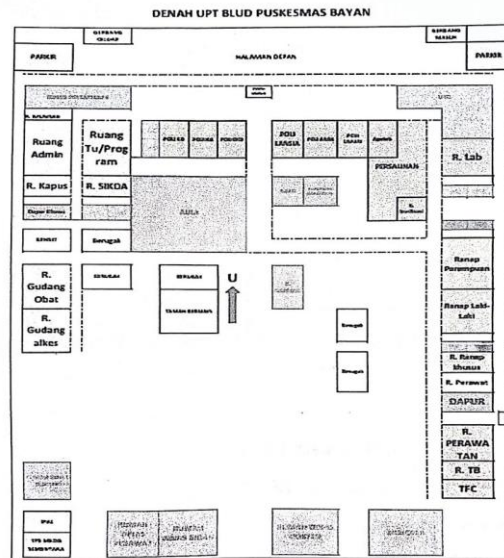
## III. Metode Penelitian

### 3.1 Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian difokuskan untuk menganalisis efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Puskesmas Bayan Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).



Gambar 3.1 Puskesmas Bayan



Gambar C-2. Denah Lokasi Puskesmas Bayan

Gambar 3.2 Denah Puskesmas Bayan

### 3.1.1 Gambaran Umum/Profil Puskesmas Bayan

Puskesmas Bayan berada di Desa Anyar, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat dengan Kode puskesmas P5208050101 dan tipe puskesmas adalah sebagai puskesmas rawat inap. Memiliki luas sebesar 6,172,07 m<sup>2</sup> dengan beberapa fasilitas seperti bed (tempat tidur) sebanyak 55 buah dengan jumlah ruangan sebanyak 10 yang didukung oleh tenaga medis dan non medis. Dokter berjumlah 16 orang, perawat berjumlah 36 orang dan tenaga non medis sebanyak 22 orang dan telah terakreditasi Madya pada tahun 2017.

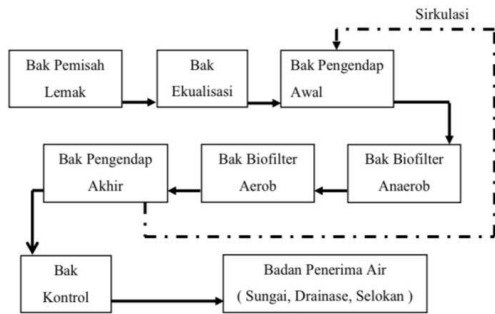
### 3.1.2 Unit Penghasil Limbah Puskesmas

Adapun unit dari kegiatan puskesmas yang menghasilkan limbah cair yang kemudian untuk diolah oleh unit ipal antara lain :

- Ruang kapus (kepala puskesmas)
- Dapur
- Poli KIA
- Poli lansia
- Poli umum
- Toilet
- Poli gigi
- Poli anak
- UGD

- Laboratorium - Ruang bersalin
- Ruang jaga petugas
- Ruang perawatan
- Musholla - Ruang nipas

Adapun skema aliran limbah cair pada unit penghasil limbah cair pada ruang/unit pelayanan UPT Puskesmas Bayan tahun 2022 dapat dilihat pada bagan dibawah ini :



Gambar 4.2. Skema IPAL Biofilter Anaerob - aerob  
Sumber : Penulis, 2019

Gambar 3.3 Skema aliran limbah cair IPAL Puskesmas Bayan tahun 2023

### 3.2 Metode pengumpulan data

Adapun jenis penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah penelitian Kualitatif. Dimana telah diadakannya studi lapangan di puskesmas yang akan dijadikan studi kasus, yaitu Puskesmas Bayan, Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara. Pada studi kasus ini dilakukan analisis efisiensi yang berkaitan dengan unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Puskesmas Bayan, Kecamatan Bayan. Analisis ini bertujuan untuk meninjau kembali sistem IPAL yang telah dibangun sebelumnya dan kemudian melakukan perencanaan unit IPAL berdasarkan perkembangan jumlah penduduk guna pengembangan puskesmas dengan tujuan agar unit IPAL Puskesmas Bayan mendapatkan assessment (ijin) dari Dinas Kesehatan terkait kelayakan IPAL yang ada di puskesmas sebagai penghasil limbah, termasuk terhadap limbah yang dihasilkan pada akhir proses (end of pipe).

### 3.4 Parameter Penelitian

Parameter penelitian adalah pengukuran atau survey lokasi daerah yang akan menjadi tempat dibangunnya sistem instalasi pembuangan air limbah sehingga diperoleh kondisi lingkungan daerah Puskesmas Bayan.

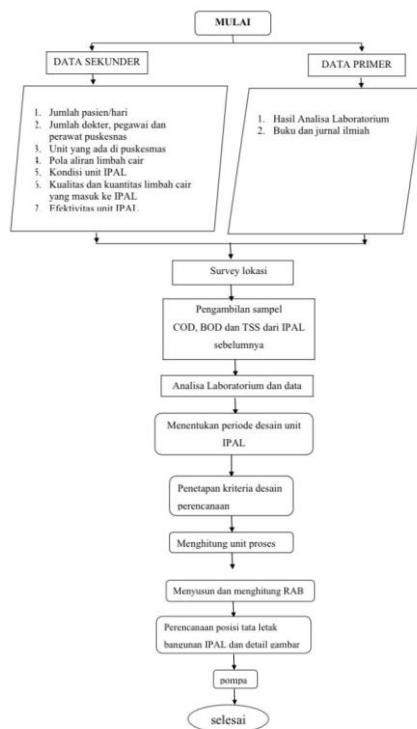
Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan menghitung debit air dan elevasi daerah pada saluran eksisting Puskesmas Bayan, serta pengambilan sampel hasil effluent dari IPAL sebelumnya untuk diuji di Laboratorium guna mengetahui nilai COD, BOD, dan TSS sebagai bahan perbandingan hasil effluent dengan perencanaan IPAL yang akan di buat dan direncanakan.

### 3.5 Analisa Data Hasil Penelitian

Analisa data dilakukan secara bertahap dan adapun tahapan-tahapan tersebut antara lain:

1. Menetapkan perioda desain unit-unit BAPL (Bagian Alir Pengolahan Air Limbah)
2. Membuat diagram alir proses.
3. Menetapkan kriteria perencanaan proses.
4. Menghitung awal unit-unit proses.
5. Mempertimbangkan tata letak BPAL.

## Metode Penelitian dan Bagan Alir



**Gambar 3.2 Bagan Alir**

## IV. Analisa dan Pembahasan

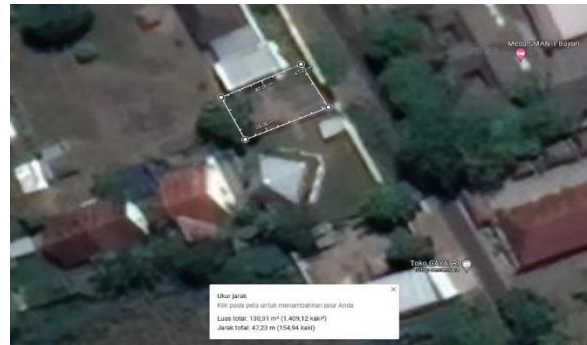
### 4.1 Analisis Letak IPAL

Proses desain untuk mendapatkan desain yang sesuai kategori wilayah maka dalam penentuannya digunakan standar perencanaan untuk tingkatan kelas dalam kategori pelayanan dan peningkatan jumlah pasien yang terlayani guna direncanakan dalam prospek pengembangan puskesmas kedepannya.

Air limbah yang bersumber dari berbagai ruangan yang berada di Puskesmas Bayan sebagai penghasil limbah membuat perencanaan pada sistem IPAL Puskesmas Bayan harus lebih kompleks. Oleh karena itu, dipilih sistem biofilter aerob-anaerob. Adapun peta sket lokasi perencanaan IPAL yang akan dibangun pada Puskesmas Bayan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.1 tampak atas Puskesmas Bayan**



**Gambar 4.2 Perencanaan letak IPAL**

Puskesmas Bayan berdasarkan tampak atas

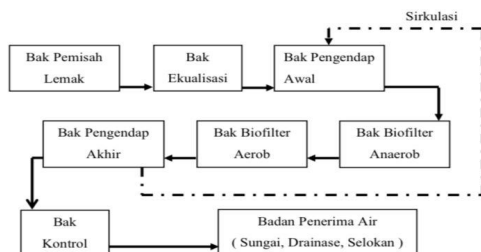
Luas lahan yang akan direncanakan memperkirakan air limbah yang dihasilkan. Pemilihan lokasi letak, berdasarkan elevasi terendah agar dapat mengalirkan air limbah secara gravitasi melalui sistem perpipaan yang direncanakan. Hasil pengolahan IPAL yang telah memenuhi baku mutu air limbah, nantinya akan dialirkan menuju kolam penetrasi agar dapat dimanfaatkan sebagai media lain seperti sanitasi, media siram tanaman, dan hal lain.

### 4.2 Perencanaan IPAL

Umumnya standar kebutuhan air bersih mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan sitem plumbing. Kebutuhan air dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Liter/org/hari
2	Rumah Susun	100	Liter/org/hari
3	Asrama	120	Liter/org/hari
4	Rumah Sakit	500	L/bed/hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba/Toko Pengecer	5	Liter/m <sup>2</sup>
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel Berbintang	250	Liter/bed/hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/bed/hari
14	Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun/Terminal	3	Liter/penumpang
17	Peribadatan	5	Liter/orang

Sumber: (SNI 03-7065-2005)



Gambar 4.2. Skema IPAL Biofilter Anaerob - aerob  
Sumber : Penulis, 2019

### 4.3 Perhitungan IPAL Dengan Biofilter

#### 4.3.1 Perhitungan Debit Air Limbah

Terdapat dua metode dalam penentuan debit limbah cair yaitu berdasarkan kebutuhan air bersih dan pengukuran langsung di saluran *outlet IPAL*. Sedangkan debit air limbah pada perencanaan Puskesmas Bayan ditentukan dari jumlah estimasi pasien yang dapat dilayani pada Puskesmas Bayan dengan cara melakukan perhitungan jumlah pasien/hari dan kebutuhan air yang akan digunakan di Puskesmas Bayan. Perhitungan debit air

limbah ini dilakukan menggunakan asumsi bahwa 80% dari kebutuhan air bersih akan menjadi air limbah (Dinas Lingkungan Hidup, 2019).

Diketahui :

$$\text{Jumlah Bed} = 55 \text{ Bed}$$

$$\text{Jumlah Penduduk} = 25.601 \text{ jiwa}$$

$$Q \text{ air bersih} = 200 \text{ Liter/bed/hari}$$

$$\text{Koefisien jam puncak} = 1,2$$

- Debit Rata-rata Air Limbah

$$Q_{\text{ave}} = \text{Jumlah penduduk} \times 200 \text{ liter/orang/hari} \times 80\%$$

$$= 500 \text{ Jiwa} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{org/hari} \times 0,80$$

$$= 80 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 3,33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,055 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 1,5277 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Debit Puncak

$$Q_{\text{peak}} = f_{\text{peak}} \times Q_{\text{ave}}$$

$$= 1,2 \times 1,5277 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan luas penampang pipa saluran

(A) dari rencana pengaliran air limbah

pada pipa yaitu 1 m/s. Standar kecepatan

aliran dalam pipa adalah 0,3 m/s – 3 m/s.

Perhitungan:

$$A_{\text{pipa}} = \frac{Q_{\text{peak}}}{v} = \frac{1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Maka diameter luas penampang yaitu:

$$A_{\text{pipa}} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$$

$$D^2 = (1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 4) / 3,14$$

$$D = \sqrt{2,335 \times 10^{-5}} = 4.832 \times 10^{-3} \text{ m} = 100$$

mm (pipa yang digunakan)



Mengecek kecepatan aliran dalam pipa

$$V \text{ cek} = Q \text{ peak} / A \text{ pipa}$$
$$= (1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^3) / (1,833 \times 10^{-5} \text{ m}^2)$$

$$= 1 \text{ m/s (Memenuhi standart)}$$

- Debit air limbah dari tempat tidur pasien

$$\text{Debit air bersih (Q)} = 200 \text{ lt/bed/hari}$$

$$\text{Jumlah kapasitas maksimum (Bed)} = 55$$

Sehingga:

$$\text{Debit air bersih (Q air bersih)} = Q \times \text{Bed}$$

$$= 200 \times 55 \text{ lt/hari}$$

$$= 11000 \text{ lt/hari}$$

$$= 0.1273 \text{ lt/det}$$

$$= 0.000127 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ limbah} = 11000 \text{ lt/hari} \times$$

$$80\%$$

$$= 11000 \text{ lt/hari} \times 0,8$$

$$= 8800 \text{ lt/hari}$$

- Debit air limbah pasien non rawat inap

$$\text{Debit air bersih (Q)} = 200 \text{ lt/orang/hari}$$

$$\text{(SNI 2000)}$$

$$Q \text{ limbah} = 200 \times 80\%$$

$$= 200 \times 0,8$$

$$= 160 \text{ lt/hari}$$

- Debit air limbah dari Laboratorium dan radiologi

$$\text{Debit air bersih (Q)} = 200 \text{ lt/staf/hari}$$

$$\text{Jumlah staf (Staf)} = 8 \text{ staf}$$

$$\text{Debit air bersih} = Q \times \text{Staf}$$

$$= 200 \times 8 \text{ lt/hari}$$

$$= 1600 \text{ lt/hari}$$

$$= 0,0185 \text{ lt/det}$$

$$= 0,00000185 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q \text{ limbah} = Q \text{ air bersih} \times 80\%$$

$$= 1600 \times 0,8$$

$$= 1280 \text{ lt/hari}$$

- Debit air limbah dari Laundry dan Dapur

$$\text{Debit air limbah (Q)} = 200 \text{ l/orang}$$

$$\text{Jumlah maksimum (bed)} = 55 \text{ Sehingga:}$$

$$1. \text{ Debit air bersih (Q air bersih)} = Q \times \text{Bed}$$

$$= 200 \times 55 \text{ lt/hari}$$

$$= 11000$$

$$2. Q \text{ air bersih} = 11000 \text{ lt/hari}$$

$$= 0,127 \text{ lt/det}$$

$$= 0,000127 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$3. Q \text{ air limbah} = Q \text{ air bersih} \times 80\%$$

$$= 11.000 \text{ lt/hari} \times 0,8$$

$$= 8800 \text{ lt/hari}$$

$$4. \text{ Total debit air bersih} = Q_{\text{bed}} + Q_{\text{lab}} + Q_{\text{non rawat inap}} + Q_{\text{dapur dan laundry}}$$

$$= 13.750 + 200 + 1600 + 11.000$$

$$= 23800 \text{ lt/hari}$$

$$5. \text{ Total debit air limbah} = Q_{\text{bed}} + Q_{\text{lab}} + Q_{\text{dapur dan laundry}}$$

$$= 11.000 + 1.280 + 8.800 + 160$$

$$= 19040 \text{ lt/hari}$$

$$= 19.04 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0.793 \text{ lt/jam}$$

$$= 0,00023 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$= 19.04 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$6. \text{ Debit Minimum (Qmin)} = 5/100 \times Q \text{ rata}$$

$$= 5/100 \times 19.04 \text{ l/hari}$$

$$= 952 \text{ l/hari}$$

$$7. \text{ Debit Maksimum} = 3,2 \times (Q \text{ rata-rata})^{5/6}$$

$$= 3,2 \times (19.04)^{5/6}$$

$$= 3,2 \times (11790.68667)$$

$$= 37739.19734 \text{ l/hari}$$

#### 4.3.2 Perhitungan Beban BOD, Beban SS

Digunakan konsentrasi BOD, dan konsentrasi SS sesuai dengan Perda Provinsi Kalimantan Timur no.02 2011 Tahun Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

- Beban BOD

$$1. \text{ Konsentrasi BOD rata-rata}$$

$$= 200 \text{ mg/lt}$$

$$= 0,0002 \text{ kg/lt}$$

$$2. \text{ Beban BOD rata-rata}$$

$$= \text{Debit rata-rata} \times \text{Konsentrasi BOD}$$

$$= 19.04 \text{ lt/hari} \times 0,0002 \text{ kg/lt}$$

$$= 1.134 \text{ kg/hari}$$

$$3. \text{ Beban BOD max}$$

$$= Q_{\text{max}} \times \text{Konsentrasi BOD}$$

$$= 37739.19734 \text{ l/hari} \times 0,0025 \text{ kg/lt}$$

$$= 0.7546 \text{ kg/hari}$$

- Beban SS (Suspended Solid)
  1. Konsentrasi SS = 100 mg/lt  
= 0,0001 kg/lt
  2. Beban SS rata-rata  
= Q rata-rata x Konsentrasi SS  
= 1904 i/hari x 0,0001 kg/lt  
= 1.904 kg/hari
  3. Beban SS max  
= Qmax x Konsentrasi SS  
= 37730.19 lt/hari x 0,0001 kg/lt  
= 3.7730 Kg/hari

#### 4.4 Perhitungan Dimensi Unit Instalasi

##### 4.4.1 Bak Pemisah Lemak (grase removal)

Diketahui:

Waktu tinggal (rt) = 0,5 – 2jam  
 Debit limbah (Q) = 19.04 m<sup>3</sup>/hari  
 Kedalaman = 1 m  
 Lebar = 1 m  
 Kapasitas pengolahan = 19.04 m<sup>3</sup>/hari  
 = 0,945 m<sup>3</sup>/jam  
 = 0,01575 m<sup>3</sup>/menit  
 = 0,000263 m<sup>3</sup>/s  
 Kriteria perencanaan = 60 menit  
 Volume bak = rt x debit air limbah  
 = 60 menit x 0,01575 m<sup>3</sup>/menit  
 = 0,9450 m<sup>3</sup>

Luas = volume grease trap (m<sup>3</sup>) / kedalaman  
 = 0,945 m<sup>3</sup> / 1 m  
 = 0,945 m<sup>2</sup>

Sehingga ditetapkan dimensi bak:

Panjang = luas / lebar  
 = 0,945 / 1  
 = 0,945 = 1 m

Ruang bebas = 0,5 m

Volume aktif = panjang x lebar x (kedalaman + ruang bebas)  
 = 1 m x 1 m x 1,5  
 = 1,5 m<sup>3</sup>

Perhitungan Produksi minyak pada bak pemisah lemak (Grease Trap)

Diketahui:

Q rata-rata = 19.04 m<sup>3</sup>/hari

Konsentrasi Minyak = 1,69 mg/L  
 = 1,69 x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup>

Massa jenis minyak = 0,900 kg/L

Td = 60 menit

Perhitungan:

Massa minyak = Konsentrasi minyak x Q rata-rata

= 1,69 x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup> x 2268 m<sup>3</sup>/hari  
 = 3.8329 kg/hari

Volume minyak = Massa minyak / massa jenis

= 3.8329 kg / 0,900 kg/L  
 = 0,0042 m<sup>3</sup>

Minyak dan lemak yang terperangkap selanjutnya akan dibuang secara berkala dengan cara manual selama maksimal 3 hari dengan mempertimbangkan kemungkinan scum yang terbentuk akan mengeras dan sulit dibuang.

##### 4.4.2 Bak Penampung Air/ Ekualisasi

Debit limbah bak/hari = 19.04 m<sup>3</sup>/hari

High Retention Time = 4 – 8jam

Digunakan:

HRT = 6 - 10 jam (Said dkk, 2011)

= 8 jam (digunakan 8 jam)

Kedalaman (h) = 1 m

Freeboard = 0.5 m

Sehingga:

Volume bak = waktu tinggal x debit puncak  
 = 8 jam x 0,95 m<sup>3</sup>/jam  
 = 7,56 m<sup>3</sup>

Luas = volume / kedalaman  
 = 7,56 / 1  
 = 7,56 m<sup>2</sup>

Rasio P : L = 2 : 1

2L<sup>2</sup> = 7,56 m<sup>2</sup>

Lebar (L) = 7,56/2  
 = 3,9

=  $\sqrt{3,9}$

= 1,95 m

Panjang = 2 x lebar

= 2 x 1.95

= 3,9 m

$$\begin{aligned} \text{Volume efektif} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \\ &(\text{kedalaman} + \text{freeboard}) \\ &= 3,9 \times 1,95 \times (1 + 0,5) \\ &= 11,41 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan:

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman bak} &= 1 \text{ m} \\ \text{Lebar bak} &= 1,95 \text{ m} \\ \text{Panjang bak} &= 3,9 \text{ m} \\ \text{Tinggi ruang bebas} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{Check volume efektif} &= \text{volume efektif} > \\ \text{Volume bak} &= 11,41 \text{ m}^3 > 7,56 \text{ m}^3 \text{ (OK)} \\ \text{Waktu tinggal dalam bak} &= \text{volume} \\ \text{bak/ debit air limbah} &= 7,56 \text{ m}^3 / 19,04 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,33 \text{ hari} \\ &= 7,92 = 8 \text{ jam (OK)} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan pompa:

$$\begin{aligned} \text{Head Statis} &= 4,5 \text{ m} \\ \text{Panjang Pipa Disc} &= 7 \text{ m} \\ \text{Debit Puncak} &= 20 \text{ L/detik} \\ \text{Jumlah Pipa} &= 1 \text{ buah} \\ \text{Kecepatan} &= 1 \text{ m/detik} \\ \text{Debit Per Pipa} &= Q / \text{jumlah pipa} \\ &= 60 \text{ m}^3 / \text{jam} / 1 \text{ buah} \\ &= 60 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ &= 0,02 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Q Per Pipa} &= \text{luas} \times \text{kecepatan (m/detik)} \\ \text{Luas (m}^2) &= Q \text{ (m}^3/\text{detik)} / \text{kecepatan} \\ &= 0,02 \text{ m}^3/\text{detik} / 1 \text{ m/detik} \\ &= 0,02 \text{ m}^2 \text{ Luas (m}^2) \\ &= 1/4 \times \Pi \times D^2 \text{ 0,02 m}^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times D^2 \\ D^2 &= 0,02 \times 4 / 3,14 \\ &= \sqrt{0,025} \text{ m} \\ &= 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm} \\ V \text{ Cek} &= Q \text{ (m}^3/\text{detik)} / A \text{ (m}^2) \\ &= 0,02 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,02 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

#### Perhitungan pompa

Pompa umumnya digunakan pada bak pengolahan limbah untuk memindahkan atau mengalirkan limbah dari sumbernya ke bak pengolahan. Pada perhitungan unit ini diperoleh spesifikasi pompa yang dibutuhkan

untuk memompa air dari bak ekualisasi menuju unit pengolahan selanjutnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Merek} &: \text{Grundfos} \\ \text{Nama Produk} &: \text{Unilift AP12.40. 08.A1} \\ \text{Head maksimal} &: 15 \text{ m} \\ \text{Daya} &: 2,2 \text{ kW} \end{aligned}$$

#### **4.4.3 Bak Pengendapan Awal**

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 19,04 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{BOD masuk} &= 200 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Effisiensi} &= 25\% \text{ (Nusa Idaman Said,2017)} \\ \text{Beban permukaan} &= 20 - 50 \text{ (JWWA)} \\ \text{Tinggi ruang bebas} &= 40 - 60 \text{ cm} \\ &\text{(Gesuidou Kougaku Enshu,1988)} \\ \text{BOD keluar} &= 150 \text{ mg/l} \\ \text{Waktu tinggal didalam bak (HRT)} &= 4 \text{ jam} \\ &\text{(Said dkk,2011)} \\ \text{Volume bak diperlukan} &= 4/24 \text{ hari} \times 22,68 \\ &= 0,1667 \text{ hari} \times 22,68 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3,78 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman} &= 1 \text{ m} \\ V \text{ pengendap awal} &= A \times h \\ 3,78 \text{ m}^3 &= A \times 2,5 \\ A &= 3,78 / 1 \\ &= 3,78 \text{ m}^2 \\ \text{Rasio P : L} &= 2 : 1 \\ \text{Lebar (L)} &= (\text{luas} / 2)^{0,5} \\ &= (3,78/2)^{0,5} \\ &= 1,4 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 2 \times \text{lebar} \\ &= 2 \times 1,4 \\ &= 2,8 = 3 \text{ m} \\ \text{Ruang bebas} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{Volume efektif} &= 3 \text{ m} \times 1,4 \text{ m} \times (1 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) \\ &= 6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak ditetapkan:

$$\begin{aligned} \text{Lebar bak} &= 1,4 \text{ m} \\ \text{Kedalaman air efektif} &= 1 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 3 \text{ m} \\ \text{Tinggi ruang bebas} &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Check:

Waktu tinggal di dalam bak

$$\begin{aligned} \text{Retention time rata-rata } T_d &= \text{volume bak} / \text{debit} \\ &= 3,78 / 22,68 \\ &\text{m}^3/\text{jam} \\ &= 0.1667 \text{ hari} \\ &= 2,8 = 3 \text{ jam (OK)} \end{aligned}$$

Beban permukaan (surface loading)

$$\begin{aligned} V_o &= \text{debit air limbah} / \text{luas permukaan bak} \\ &= 19.04 \text{ m}^3/\text{hari} / 3,78 \\ &= 6 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal saat beban puncak} &= (\text{volume bak}) / ((\text{Debit air limbah})/2) \\ &= (3,78) / (19.04/2) \\ &= 0.0833 \text{ hari} \\ &= 1,992 = 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban permukaan saat puncak} &= (\text{Debit air limbah}) / (\text{Luas permukaan bak}) \times 2 \\ &= (19.04 \text{ m}^3/\text{hari}) / 3,78 \times 2 \\ &= 12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{Hari} \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Biofilter Anaerob

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 19.04 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{BOD masuk} &= 150 \text{ mg/l} \\ \text{Efisiensi} &= 60 \% \\ \text{BOD keluar} &= \text{Efisiensi} \times \text{BOD masuk} \\ &= 60 \% \times 150 \text{ mg/l} \\ &= 9000 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD/satuan/media} &= 0,5\text{-}5 \text{ g BOD/m}^3 \\ \text{Tinggi ruang bebas} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{H bed media pembiakan mikroba} &= 0,9 - 1,5 \text{ m} \\ \text{H air diatas bed media} &= 20 \text{ cm} \\ \text{Ditetapkan beban BOD yang digunakan} &= 1 \text{ kg} \\ \text{Tinggi air di atas bed media} &= 40 - 60 \text{ cm} \\ \text{Beban BOD} &= \text{Debit air limbah} \times \text{BOD masuk} \\ &= 19.04 \text{ m}^3/\text{hari} \times 150 \text{ mg/l} \\ &= 3402000 \text{ mg/m}^3/\text{hari} \\ &= 3,402 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media yang diperlukan} &= (\text{Beban BOD limbah}) / (\text{Standar Beban BOD}) \\ &= (3,402 \text{ kg/hari}) / (1 \text{ BOD/m}^3/\text{hari}) \\ &= 3,402 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media} &= 60 \% \times \text{volume reaktor} \\ \text{Volume reaktor} &= (\text{Volume media}) / (60\%) \\ &= (3,402 \text{ m}^3) / (60\%) \\ &= 5,67 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu tinggal pada reaktor} = (\text{Volume}$$

$$\begin{aligned} \text{reaktor}) / (\text{Debit air limbah}) \\ &= (5,67 \text{ m}^3) / (22,68 \text{ m}^3/\text{hari}) \\ &= 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

Kedalaman air = 1 m

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= \text{volume reaktor} / \text{kedalaman air} \\ &= 5,67 / 1 \\ &= 5,67 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio P : L} = 2 : 1$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar (L)} &= (\text{Luas} / 2)^{0,5} \\ &= (5,67 / 2)^{0,5} \\ &= 1,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang (P)} &= 2 \times \text{lebar} \\ &= 2 \times 1,7 \text{ m} \\ &= 3,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V \text{ efektif} &= 3,4 \text{ m} \times 1,7 \text{ m} \times (1 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) \\ &= 8,67 \text{ m}^3 = 9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi ditetapkan:

$$\text{Lebar} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi ruang bebas} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah ruangan} = 2 \text{ ruangan}$$

$$\text{Waktu tinggal rata-rata} = 3 \text{ jam}$$

$$\text{Tinggi ruang lumpur} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bed pembiakan mikroba} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi air diatas permukaan} = 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD Loading} &= (\text{Volume media}) / (p \times l \times t) \\ &= (3,402 \text{ kg/hari}) / (3,4 \text{ m} \times 1,7 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \\ &= (3,402 \text{ kg/hari}) / (5,78 \text{ m}^3) \\ &= 0,588 \text{ kg BOD/ m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga dapat ditemukan dengan kapasitas luas  $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$ , maka kapasitas BOD loading per luas permukaan media adalah  $0,65 \text{ g BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$ .

#### 4.4.4 Biofilter Aerob

$$\text{Debit air limbah} = 19.04 \text{ m}^3$$

$$\text{BOD masuk} = 60 \text{ mg/l}$$

$$\text{Efisiensi} = 75\% \text{ (Nusa Idaman Said 2017)}$$

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

$$\text{Temperature udara rata-rata} = 28^\circ$$

$$\text{BOD keluar} = 20 \text{ mg/l}$$

$$\text{Beban BOD/Media} = 5 - 30 \text{ g}$$

$$\text{Beban BOD} = 0,5 - 4 \text{ kg (Said,2017)}$$

Tinggi ruang lumpur = 0,5 m  
 Tinggi ruang bebas = 40 – 60 cm  
 H bed media pembiakan mikroba = 1,2 m  
 H air diatas bed media = 20 cm  
 Volume media = 40%  
 volume aktif (Said,2017)  
 Berat udara pada temperature = 1,1725 kg/m<sup>3</sup>  
 Jumlah O<sub>2</sub>/gr di dalam udara = 23%  
 Beban BOD didalam air limbah  
 = Debit x BOD masuk  
 = 19.04 m<sup>3</sup>/hari x 60 mg/l  
 = 1360,8 m<sup>3</sup>/ri  
 = 1360800 mg/m<sup>3</sup>/hari  
 = 1,3008 kg/hari  
 Jumlah BOD yang hilang = % x Beban BOD  
 = 75 % x 1,3 kg/hari  
 = 1,0206 kg/hari  
 Beban BOD yang dipakai = 0,5 kg/m<sup>3</sup>. Hari  
 Volume media yang diperlukan = 1,3008 m<sup>3</sup>  
 Volume reaktor= (Volume media) x (40%)  
 = 1,3008 / (40%)  
 = 3,402 m<sup>3</sup>  
 Luas (A) = V reaktor / kedalaman  
 = 3,402 / 1  
 = 3,402 m<sup>2</sup>  
 Rasio P : L = 2 : 1  
 Lebar (L) = (luas/2)<sup>0,5</sup>  
 = (3,402/2)<sup>0,5</sup>  
 = 1,3 m  
 Panjang (P) = 2 x lebar  
 = 2,6 m

- Ruang Aerasi

Direncanakan:

Lebar = 1,3 m  
 Kedalaman air efektif = 1 m  
 Panjang = 1 m  
 Tinggi ruang bebas = 0,5 m

- Ruang Bed Media

Lebar = 1,3 m  
 Kedalaman air efektif = 1 m  
 Panjang = 1,6 m  
 Tinggi ruang bebas = 0,5 m  
 Total volume efektif biofilter aerob

= 2,6 m x 1,3 m x (1 m + 0,5m)  
 = 5,103 m<sup>3</sup>

BOD load/volume media = 1,3608 / 1,3608  
 = 1 kg/m<sup>3</sup>. Hari

Waktu tinggal reaktor = (Q / V reak) x 24  
 = (22,68 m<sup>3</sup>/hari / 3,402 m<sup>3</sup>) x 24  
 = 3,6 jam

Waktu tinggal total saat beban puncak  
 = (waktu tinggal reaktor)/2

= 3,6 / 2 jam  
 = 1,8 jam

Kebutuhan O<sub>2</sub> = jumlah BOD yang hilang  
 = 0,9 kg/hari

Faktor keamanan = 2

Faktor O<sub>2</sub> teoritis = 2 x 0,9 kg/hari  
 = 1,8 kg/hari

Temperature rata-rata = 30 °C

HRT = 500 x temperature  
 = 500 hari/°C x 30 °C  
 = 18.000 hari

Berat udara per °C = 0,044 kg/m<sup>3</sup>

Sehingga:

Berat udara 30 °C = 1,333 kg/m<sup>3</sup>

Jumlah oksigen dalam udara = 23,2 %

Sehingga:

Jumlah kebutuhan udara teoritis  
 = 33,44 m<sup>3</sup>/hari

Effisiensi diffuser = 30 %

Kebutuhan udara actual = (Jumlah  
 kebutuhan udara teoritis)/(Effisiensi  
 difuser)

= (33,4 m<sup>3</sup>/hari)/(30 %)

= 1114, 744 m<sup>3</sup>/hari

= 774,128 lt/menit

#### 4.4.6 Bak Pengendap Akhir

Debit air limbah = 19.04 m<sup>3</sup>/hari

BOD masuk = 20 mg/l

BOD keluar = 10 mg/l

Waktu tinggal di dalam bak = 2-4 jam

Tinggi ruang bebas = 40 – 60 cm

Kedalaman = 1 m

Maka :

Volume bak yang diperlukan

= (waktu tinggal / 24) x debit

$$= (3 \text{ jam} / 24) \times 19.04 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 2,835 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas (A)} = \text{volume} / 1$$

$$= 2,835 / 1$$

$$= 2,835 \text{ m}^2$$

$$\text{Rasio P : L} = 2 : 1$$

$$\text{Lebar (L)} = (\text{luas}/2)^{0,5}$$

$$= (2,835/2)^{0,5}$$

$$= 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang (P)} = 2 \times \text{lebar}$$

$$= 2 \times 1,2 \text{ m}$$

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

$$\text{Volume} = 2,4 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times (1 \text{ m} + 0,5 \text{ m})$$

$$= 4 \text{ m}$$

Dimensi :

$$\text{Lebar} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 1 \text{ m}$$

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

$$\text{Tinggi ruang bebas} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Beban permukaan (surface loading)} =$$

$$(\text{debit air limbah}) / (\text{luas permukaan})$$

$$= (19.04 \text{ m}^3/\text{hari}) / (2,835 \text{ m}^2)$$

$$= 64,297 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal saat beban puncak} = (\text{volume}$$

$$\text{bak}) / ((\text{debit air limbah}) / (2))$$

$$= (2,835 \text{ m}^3) / ((19.04 \text{ m}^3/\text{hari}) / (2))$$

$$= 0,0625 \text{ jam}$$

$$\text{Beban permukaan (surface loading) rata-}$$

$$\text{rata} = (\text{Beban permukaan}) / 2$$

$$= (64,297 \text{ m}^3/\text{hari}) / 2$$

$$= 32,148 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$\text{Beban permukaan saat puncak}$$

$$= \text{beban permukaan} \times 2$$

$$= 64,297 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari} \times 2$$

$$= 128,5994 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

Standar waktu tinggal = 2- 4 jam

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

#### 4.4.7 Bak Kontrol

Jika ikan yang berada di bak kontrol hidup artinya air hasil olahan relatif baik tetapi jika ikan yang ada dikolam mengalami kematian bisa diindikasikan bahwa air hasil olahan buruk. Pada perancangan IPAL di Puskesmas Bayan

bak kontrol direncanakan berukuran sebagai berikut :

$$\text{Panjang} = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Kedalaman} = 100 \text{ cm}$$

#### 4.5 Analisa Struktur Kolam

Analisis yang dilakukan adalah untuk mencari nilai dari ketebalan beton dan juga spesifikasi dari penulangan dinding dan plat untuk setiap kolam pengolahan air limbah.

#### 4.6 Bill Of Quantity (BOQ)

Salah satu peran penting dalam perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) adalah Bill Of Quantity (BOQ). Dalam perencanaan instalasi pengolahan air limbah Puskesmas Bayan ini diperlukan perhitungan BOQ untuk pembangunan IPAL. BOQ adalah daftar kuantitas dan harga yang berisi rincian jumlah dan spesifikasi bahan, barang dan jasa yang diperlukan dalam suatu proyek konstruksi atau pekerjaan bangunan.

#### 4.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah hasil perhitungan antara BOQ dengan harga satuan pekerjaan sehingga mendapatkan biaya total dari suatu pekerjaan. Untuk analisa yang dipergunakan mengacu pada AHSP 2022, seusai dengan Permen PUPR no 1 tahun 2022, sedangkan untuk harga satuan mengacu pada harga daerah setempat yaitu harga satuan Kabupaten Lombok barat tahun 2023.

## V Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa dan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Puskesmas Bayan di Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara, provinsi Nusa Tenggara Barat maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa dan perhitungan debit yang dilakukan analisa debit yang di hasilkan sebelumnya diperoleh total debit limbah pada Puskesmas Bayan yaitu dengan debit rata-rata air limbah sebesar 80.000 liter/hari berdasarkan estimasi jumlah pasien maksimum/hari sedangkan untuk debit puncak yang dihasilkan adalah sebesar 0,0184 liter/hari.
2. Perhitungan perencanaan dimensi unit IPAL dihitung menggunakan debit hasil perhitungan total dari unit-unit penghasil air limbah seperti bed, lab, dapur, laundry dan non rawat dengan hasil sebesar 22680 lt/hari atau sebesar 22.6 m<sup>3</sup>/hari.
3. Desain IPAL untuk Puskesmas Bayan menggunakan bak pemisah minyak dan lemak dengan dimensi 1,0 m x 1,0 m x 1,5 m; bak ekualisasi dengan dimensi 4,0 m x 2,0 m x 1,5 m; bak pengendapan awal dengan dimensi 3,0 m x 1,5 m x 1,5 m; bak biofilter anaerob dengan dimensi 3,4 m x 2,0 m x 1,5 m; bak biofilter aerob dengan dimensi 2,6 m x 1,3 m x 1,5 m; dan bak pengendapan akhir dengan dimensi 2,4 m x 1,2 m x 1,5 m dan bak kontrol dengan dimensi 100 cm x 100 cm x 100 cm.
4. Perhitungan struktur untuk seluruh unit IPAL yang direncanakan di Puskesmas Bayan umumnya menggunakan mutu beton K250 = 20.75 Mpa.
5. Rencana Anggaran Biaya dari perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Puskesmas Bayan sebesar **Rp 135.100.000,00**.

## 5.2 Saran

Berdasarkan proses analisa dan perencanaan yang telah penulis lakukan, maka saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Perlu adanya pengawasan dan perawatan oleh tenaga khusus yang memang memiliki kemampuan kompeten di bidang IPAL agar dapat memantau perkembangan dan mutu air limbah yang dihasilkan oleh masing-masing unit IPAL.
2. Perlu dilakukannya pembersihan dan perawatan rutin untuk bak IPAL, saluran dan tangka harus teratur dikuras dan dibersihkan agar sistem unit kerja IPAL tetap berfungsi dengan baik dan tidak terjadi masalah pada hasil effluent yang dihasilkan.
3. Perlu dilakukannya pemanfaatan lebih lanjut untuk hasil air limbah yang telah diolah sebagai hasil effluent oleh unit agar dimanfaatkan untuk kepentingan sekitar lingkungan Puskesmas Bayan seperti sanitasi, penyiraman tanaman dan lain-lain.

## Daftar Pustaka

- Agustiani E, Slamet A, Rahayu DW (2000). *Penambahan powdered activated carbon (PAC) pada proses lumpur aktif untuk pengolahan air limbah rumah sakit. Majalah IPTEK: jurnal ilmu pengetahuan alam dan teknologi : 11 (1): 30-8*
- Depkes. (2006). *Penanganan Limbah Medis Tajam Harus di Bubenahi. <http://www/depkes.go.id.html>.2006 [diakses pada 13 februari 2023]*
- Anon. 2007. "chandra 2007 *Optimasi Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Dari Rumah Pemotongan Hewan Dan Pada Tahu Dengan Reaktor Anaerobik bersekat.*
- Depkes RI. 2008. *Draft Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan air limbah (IPAL) dengan Sistem Aerobik Lumpur*

*Aktif pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan.* Depkes RI

Hananto WM (1999). *Mikroorganisme patogen limbah cair rumah sakit dan dampak kesehatan yang ditimbulkannya.* *Bul Keslingmas* : 18 (70) 1999: 37-44

Haryanto (2001). *Analisis senyawa-senyawa kimia limbah cair rumah sakit Kodya Jambi.* *Percikan* : 31 (Mei): 54-9

John Tampion, M. D. Tampion (1987). *Immobilized cells: principles and applications.* Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-25556-1. Sianturi, G. (2003). *Limbah Rumah Sakit Belum Dikelola dengan Baik.*

Keputusan Menteri Kesehatan Nomor: 1204/MENKES/ SK/2004 tahun 2004 tentang *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*

Eko, Muhammad, dan Wibowo Romayanto. 2006. *Pengolahan Limbah Domestik dengan Aerasi dan Penambahan Bakteri Pseudomonas putida.* *Bioteknologi.*

Filliazati, Mega, Isna Apriani, dan Titin Anita Zahara. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang.*

Ranudi, Ratna Wilis S.E. 2018. *Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman.* *Tugas Akhir.* Yogyakarta: Universitas

Said. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Metode Multi Soil Layering (MSL).* *Tugas Akhir Mahasiswa*

*Fakultas Sains dan Teknologi.*

Said, Nusa Idaman. 2000. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilm Tercelup.* *Jurnal Teknologi Lingkungan* 1(2):101–13.