

*Jurnal Enviro*

*Prodi Teknik Lingkungan – ITN Malang*

# **PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DOMESTIK DI RW 08 KELURAHAN PISANG CANDI KOTA MALANG DENGAN METODE ANAEROB-AEROB**

Reva Nabila Putri, Candra Dwi Ratna Wulandari, Sudiro

Institut Teknologi Nasional Malang

JL. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Telp. 0341-551431/551951. Fax. 0341-553015

nreva48@gmail.com

**ABSTRAK** : Kelurahan Pisang Candi merupakan salah satu kelurahan yang berada di Kecamatan Sukun, Kota Malang. Peningkatan kepadatan penduduk dapat menyebabkan timbulan air limbah yang apabila tidak diolah dengan baik dapat merusak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan bangunan IPAL domestik RW 08 kelurahan Pisang Candi Kota Malang dengan metode anaerob-aerob. Perencanaan ini menggunakan 3 parameter yaitu BOD, COD dan TSS. Data kualitas diperoleh dari hasil uji laboratorium Teknik lingkungan ITN Malang sedangkan data kuantitas didapat dari pengolahan data lalu diperoleh estimasi pemakaian air bersih per hari.

**Kata Kunci** : IPAL, Biofilter, Anaerob-Aerob

**ABSTRACT** : Pisang Candi Village is one of the villages in Sukun District, Malang City. An increase in population density can lead to the generation of wastewater which, if not treated properly, can damage the environment. This study aims to plan the domestic WWTP building

*in RW 08, Pisang Candi sub-district, Malang City using the anaerobic-aerobic method. This plan uses 3 parameters, namely BOD, COD and TSS. The quality data was obtained from the results of environmental engineering laboratory tests at ITN Malang while the quantity data was obtained from data processing and then obtained an estimate of the use of clean water per day.*

**Keywords :** *WWTP, Biofilter, Anaerobic-aerob*

## **1. PENDAHULUAN**

Kelurahan Pisang Candi merupakan salah satu kelurahan yang berada di Kecamatan Sukun, Kota Malang. Berdasarkan Badan Pusat Statistika Kelurahan Pisang Candi Kota Malang tahun 2020, Kelurahan Pisang Candi memiliki jumlah penduduk sebanyak 14.240 jiwa. Kepadatan penduduk tinggi disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk yang tidak diiringi dengan bertambahnya luas wilayah. Akibatnya kepadatan penduduk tinggi menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan (Prameswari, 2014). 60%-80% air bersih yang digunakan akan menjadi air limbah (Khaliq, 2015).

Pengolahan air limbah domestik dapat dilakukan secara fisik-kimia maupun biologis. Pengolahan secara fisik-kimia yaitu menggunakan proses sedimentasi,

koagulasi, flokulasi, dan oksidasi kimia. Pengolahan biologis menggunakan proses degradasi bahan organik dengan bantuan bakteri secara aerob maupun anaerob (Rosidi, 2017). Pengolahan air limbah domestik sebagai upaya dalam pengelolaan lingkungan hidup yaitu tidak melakukan kerusakan.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air limbah domestik sebelum dibuang menuju lingkungan. Pengolahan air limbah domestik dapat dilakukan secara fisik-kimia maupun biologis. Metode pengolahan yang digunakan pada perencanaan ini adalah biofilter anaerob-aerob. Pengolahan air limbah ini menggabungkan antara sistem anaerob dan aerob yang dapat menguraikan polutan organik dan kandungan senyawa kimia dalam air.

## 2. METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan kualitas air limbah dengan parameter BOD, COD dan TSS yang diuji di laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang. Sedangkan data Primer meliputi peta wilayah studi, jumlah penduduk, ketersediaan lahan dan lokasi badan air penerima yang didapat oleh wawancara dan observasi.

### Pengolahan Data dan Analisa

Setelah data primer dan data sekunder didapatkan, kemudian dilakukan analisis data dengan melakukan pengolahan data sebagai berikut:

#### 1. Perhitungan debit air limbah

Debit air limbah diperoleh dari rumus sesuai SNI 6989.59 Tahun 2008 tentang Air dan Air limbah, sebagai berikut:

##### a. Produksi Air Bersih = $J_p \times \text{Konstanta}$

Keterangan:

$J_p$  = Jumlah penduduk

Konstanta = 150 liter/hari

##### b. Perhitungan Produksi Air Limbah Domestik

Total Debit Air Limbah = (Air Bersih x 80%)

##### c. Perhitungan Limbah Cair pada Jam Puncak

$LCJ_p = (J_p (\%) \times \text{Produksi LC}) + \text{Produksi LC}$

Keterangan:

$LCJ_p$  = Limbah Cair pada Jam Puncak

$J_p$  = Jam Puncak

Produksi LC = Limbah Cair yang Dihasilkan oleh Domestik

#### 2. Membandingkan data kualitas air limbah dengan standar baku mutu

Data air limbah domestik parameter BOD, COD dan TSS yang didapat melalui analisis laboratorium dibandingkan dengan baku mutu yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Perbandingan parameter BOD, COD dan TSS digunakan dalam menentukan tingkat efisiensi removal unit pengolahan.

#### 3. Perhitungan dimensi unit pengolahan

Perhitungan dimensi tiap unit pengolahan menggunakan *software* microsoft excel dengan rumus berdasarkan tinjauan pustaka.

4. Penggambaran masing-masing tiap unit IPAL

Penggambaran desain IPAL menggunakan *software* Autocad dengan skala yang telah disesuaikan mengacu pada hasil perhitungan dimensi unit pengolahan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kualitas Air Limbah Domestik

Berdasarkan hasil analisis di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang untuk RW 08 Kelurahan Pisang Candi untuk 3 parameter dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1.

Kualitas Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Sampel* (mg/L)	Baku Mutu** (mg/L)
1	BOD	227,25	30
2	COD	892,4	100
3	TSS	86,7	30

Sumber :

\*Hasil Uji Kualitas Air Limbah Domestik RW 08 Pisang Candi di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

\*\* Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016.

#### Kesetimbangan Massa

Penentuan Kesetimbangan massa digunakan untuk menentukan massa dan besaran energi yang diuraikan akibat proses pengolahan air yang terjadi pada setiap unit bangunan. Beban polutan air limbah setiap parameter dapat dihitung berdasarkan kualitas air limbah. Hasil estimasi debit air limbah, sehingga beban polutan masing-masing parameter dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\text{Debit masuk (Qin)} = 149,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 149,76 \text{ L/hari}$$

$$\text{BOD} = 227,25 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = 892,4 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSS} = 86,7 \text{ mg/L}$$

$$\text{BODin} = \text{BOD (mg/L)} \times \text{QIn}$$

$$\text{(L/hari)} = 227,25 \text{ mg/l} \times$$

$$149,760 \text{ L/ hari}$$

$$= 34032,9 \text{ mg/hari}$$

$$= 34,03 \text{ kg/hari}$$

$$\text{CODin} = \text{COD (mg/L)} \times$$

$$\text{QIn (L/hari)}$$

$$= 892,4 \text{ mg/l} \times$$

$$149,760 \text{ L/hari}$$

$$= 133645,8 \text{ mg/hari}$$

$$= 13,36 \text{ kg/hari}$$

$$\text{TSSin} = \text{TSS (mg/L)} \times \text{QIn (L/hari)}$$

$$= 86,7 \text{ mg/l} \times 149,760 \text{ L/hari}$$

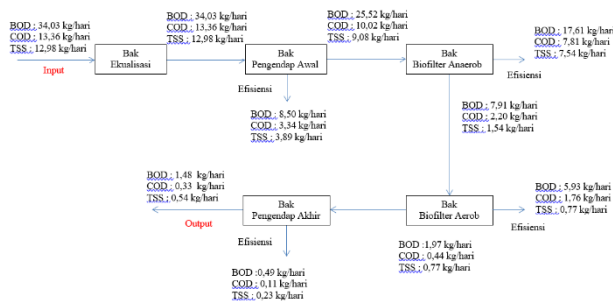
$$= 12984,19 \text{ mg/hari}$$

$$= 12,98 \text{ kg/hari}$$

Berikut adalah diagram kesetimbangan massa

**Gambar 1.**

**Diagram Kesetimbangan Massa**



**Perhitungan Unit Pengolahan Air Limbah**

Setelah didapat kesetimbangan massa, dilakukan perhitungan masing-masing unit pengolahan air limbah. Perhitungan dimensi bak ekualisasi adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Debit masuk (Qin)} = 149,760 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 6,240 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,00173 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Direncanakan:

$$\text{Waktu tinggal (td)} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Kedalaman} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Free board (Fb)} = 0,5 \text{ m}$$

Perhitungan:

Volume Bak Ekualisasi

$$\text{Qal peak} = \text{faktor peak (C1)} \times \text{Qin}$$

$$= 3 \times 149,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 449,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 18,72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume} = \text{Waktu Tinggal (Jam)} \times$$

$$\text{Debit Air Limbah (m}^3/\text{jam)}$$

$$= 2 \text{ jam} \times 16,725 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 37,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume} = A \times h$$

$$= A \times 1,5$$

$$= \frac{37,44 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}}$$

$$A = 24,96 \text{ m}^2$$

Dimensi Bak Ekualisasi

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

$$2L^2 = 24,96 \text{ m}^2$$

$$L^2 = \sqrt{12,48}$$

$$L = 3,5 \text{ m}$$

$$P = 2 \times L$$

$$= 2 \times 3,5$$

$$= 7 \text{ m}$$

Cek Kriteria Desain

$$\begin{aligned} \text{Cek waktu detensi} &= \frac{\text{Volume}}{Q} \\ &= \frac{37,44}{18,72} = 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

**(2 jam memenuhi)**

### Rekapitulasi Desain

Berdasarkan perhitungan masing-masing unit pengolahan yang telah dilakukan didapat gambar masing-masing unit pengolahan yang dapat dilihat pada Lampiran . Rekapitulasi dimensi setiap unit pengolahan dan luas kebutuhan lahan IPAL sebagai berikut :

Tabel 2.

Rekapitulasi Dimensi Unit IPAL

No	Unit IPAL	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	Bak Ekualisasi	7	3,5	2
2	Bak Pengendapan Awal	3	1,5	2
3	Bak Biofilter Anaerob	3,76	1,88	2
4	Bak Biofilter Aerob	3,62	1,81	2

5	Bak Pengendapan Akhir	3	1,5	2
---	-----------------------	---	-----	---

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Setelah didapat rekapitulasi dimensi masing-masing unit IPAL, maka digambar desain layout IPAL sesuai dengan hasil perhitungan.

### Profil Hidrolis

Cara untuk mengetahui elevasi penurunan muka air selama proses pengolahan pada masing-masing unit ialah dengan menghitung profil hidrolis. Aliran air mengalami jatuhan dan belokan saat menuju unit pengolah selanjutnya. Perhitungan kehilangan tekanan akibat jatuhan dan belokan didasarkan pada persamaan Manning, kehilangan tekanan akibat kecepatan aliran ditentukan berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach. Berikut adalah perhitungan profil hidrolis :

Bak Ekualisasi

#### Headloss Jatuhan

$$\text{Lebar (b)} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (y)} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi sekat (L)} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien kekasaran fiber (n)} = 0,009$$

$$\text{Kecepatan aliran (v)} = 0,1 \text{ m/s}$$

Percepatan gravitasi (g) = 9,8 m/s<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidrolis } (R) &= \frac{(b \times y)}{(b+2y)} \\ &= \frac{(3,5 \times 2)}{(3,5+(2 \times 2))} \\ &= 0,93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Headloss (Hf)} &= \left(\frac{v \times n}{(R)^{2/3}}\right)^2 \times 2 \\ &= \left(\frac{(0,1 \times 0,009)}{(0,93)^{2/3}}\right)^2 \times 2 \\ &= 0,000017 \text{ m} \end{aligned}$$

Headloss kecepatan

Panjang (b) = 6,6 m

Tinggi (y) = 2 m

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidrolis } (R) &= \frac{(b \times y)}{(b+2y)} \\ &= \frac{(6,6 \times 2)}{(6,6+(2 \times 2))} \\ &= 1,24 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang aliran (L) = 4 m

Kecepatan aliran (v) = 0,1 m/s

Koefisien kekasaran (f)

$$= 1,5 \times \frac{0,01989+0,0005078}{4R}$$

$$= 1,5 \times \frac{0,01989+0,0005078}{4 \times 1,24}$$

= 0,0061 m

$$\begin{aligned} \text{Headloss (Hf)} &= f \times \frac{L}{4R} \times \frac{v^2}{2g} \\ &= 0,0061 \times \frac{4}{4 \times 1,009} \\ &\quad \times \frac{0,1^2}{2 \times 9,8} \\ &= 0,0000030 \text{ m} \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel dari profil hidrolis masing-masing unit :

**Tabel 4.**

**Profil Hidrolis**

Unit Bangunan	Jenis Headloss	Headloss (m)
<b>Bak ekualisasi</b>		
	Hf jatuhan	0,000017
	Hf kecepatan	0,0000030
<b>Bak pengendap awal</b>		
	Hf jatuhan	0,00092
	Hf kecepatan	0,0000053
<b>Bak biofilter anaerob</b>		
<b>Kompartemen 1</b>	Hf jatuhan	0,0000032
	Hf kecepatan	0,0000043
	Hf media filter	0,0000013
<b>Kompartemen 2</b>	Hf belokan	0,0000016
	Hf jatuhan	0,0000032
	Hf media filter	0,0000043
<b>Bak biofilter aerob</b>	Hf kecepatan	0,0000013
	Hf belokan	0,0000016
	Hf jatuhan	0,0000030
<b>Bak biofilter aerob</b>	Hf kecepatan	0,0000019
	Hf media filter	0,0000013
	Hf filter	

	Hf belokan	0,0000031
<b>Bak pengendapan akhir</b>	Hf jatuhan	0,000092
	Hf kecepatan	0,0000053

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

1. IPAL domestik RW 08 Kelurahan Pisang Candi dengan metode anaerob-aerob dapat mengolah air limbah yang melebihi baku mutu dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 32,55 kg/hari COD sebesar 13,03 kg/hari, dan TSS sebesar 12,44 kg/hari dengan debit air limbah sebesar 149,760 L/hari.

2. Dimensi masing-masing unit pengolah yaitu bak ekualisasi (6,6m x 3,3 m x 2m), bak pengendapan awal (4,08m x 2,04m x 2m), bak biofilter anaerob (3,54m x 1,77m x 2m), bak biofilter aerob (3,43m x 1,71m x 2m), dan bak pengendapan akhir (4,08m x 2,04m x 2m)

##### Saran

Perlu perencanaan jaringan pipa untuk menyalurkan air limbah dari masing-masing rumah penduduk sampai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik agar dapat tersalurkan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abdul Khaliq (2015). Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

RA Prahastiwi Prameswari, Alfan Purnomo Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). (2014). Perencanaan Pelayanan Air Limbah Komunal di Desa Krasak Kecamatan Jatibarang Kota Indramayu.

Rosidi Mohammad dan Razif Mohammad (2017). Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Kertas Halus. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).



SNI 6989.57:2008 tentang Air dan air  
limbah – Bagian 57 metode  
pengambilan contoh air permukaan