

# Desain IPAL Komunal *Subsurface Constructed Wetland* Sebagai Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Karame Kota Manado

Moh. Ghifary A Modeong<sup>#1</sup>, Isri R. Mangangka<sup>#2</sup>, Roski R. I. Legrans<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>mohghifaryanugerah@gmail.com; <sup>2</sup>isri.mangangka@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>legransroski@unsrat.ac.id

## Abstrak

Dampak hubungan antara jumlah penduduk dan pengelolaan lingkungan yaitu meningkatnya daerah kumuh dan padat penduduk. Kelurahan Karame saat ini merupakan daerah padat penduduk (208,5 orang/Ha) yang belum memiliki IPAL komunal serta sanitasi yang buruk, beberapa hal tersebut menjadi tujuan penelitian untuk merencanakan adanya desain IPAL secara komunal pada Kelurahan Karame Lingkungan IV dan V untuk IPAL tipe *subsurface constructed wetland*. Metode penelitian yang digunakan yaitu berupa perencanaan kuantitatif dengan lokasi penelitian berada di Lingkungan IV dan Lingkungan V, Menggunakan sampling kualitas air serta perencanaan desain *Detail Engineering Design*. Data primer yang diambil adalah Jumlah Kartu Keluarga, Parameter kualitas air limbah, luas lahan rencana serta debit air limbah. Data sekunder adalah peta lokasi dan baku mutu. Dimensi pengolahan Bak ekualisasi-Reaktor-Bak penampung. Kondisi lingkungan IV & V masih memiliki sistem drainase yang buruk, sampling air diperoleh dari 3 titik sampling pipa effluent yang diambil pada pukul 09.30-11.00 dengan hasil uji BOD 82,55, COD 400 serta TSS 86,11 (mg/L). Dengan baku mutu masing-masing 30,100 dan 30 (mg/L). KK diambil 43 KK dan disurvei. Debit rencana Qpeak Lingk IV dan V yaitu 0,0022 m<sup>3</sup>/s dan 0,0027 m<sup>3</sup>/s. Hasil dimensi unit bak pengumpul semua ling adalah 2 m x 1 m. Dimensi reaktor *subsurface constructed wetland* Ling IV 65 m x 10 m, Ling V adalah 78 m x 10 m. Bak kontrol setiap ling adalah 2,46 m x 1,23 m. Perkiraan efisiensi penurunan pencemar sebesar 76% dengan baku mutu yang ada. Perawatan dan Operasional dapat dilihat pada panduan yang disusun.

**Kata kunci** – IPAL Komunal, *constructed wetland*, Kelurahan Karame, air limbah domestik.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kelurahan Karame berada di Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara, merupakan kelurahan yang termasuk dalam daerah pemukiman dengan letak yang berada di bantaran Sungai Mahakam Kota Manado. Memiliki luas wilayah 12,3 hektar area dengan jumlah penduduk sebanyak 2564 jiwa. Sehingga nilai kepadatan penduduk kelurahan tersebut diperoleh sebesar 208,5 orang/Ha. Kondisi pengelolaan air limbah domestik di Kelurahan Karame masih cukup buruk karena masyarakat masih membuang langsung ke badan air dan tanah, belum adanya drainase yang optimal serta banyak ketidakpuan septictank yang baik dan berjalan. Selain itu, kondisi sanitasi yang kurang juga menjadikan kualitas air sungai tercemar selama ini.

### B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dalam penelitian ini dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas air limbah domestik yang ada di Kelurahan Karame Kota Manado?
2. Bagaimana perhitungan dan perencanaan desain IPAL komunal *constructed wetland subsurface flow* sebagai pengelolaan air limbah domestik di Kelurahan Karame Kota Manado?
3. Bagaimana teknis operasional serta perawatan daripada desain IPAL komunal *constructed wetland subsurface flow* sebagai pengelolaan air limbah domestik di Kelurahan Karame Kota Manado?

### C. Batasan Penelitian

1. Lokasi penelitian berada di Kelurahan Karame Kota Manado lingkungan IV dan lingkungan V.
2. Parameter pengujian kualitas air limbah domestik yang akan diteliti pada laboratorium akan berdasarkan pada beberapa parameter yang terdapat pada lampiran Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, yaitu: pH, BOD, COD, TSS.

3. Standar baku mutu yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan karakteristik daripada air limbah domestik sendiri mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
4. Debit air limbah dihitung dari 80% debit pemakaian air bersih.
5. Rencana Anggaran Biaya tidak dihitung dalam desain.

**D. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui kualitas air limbah domestik sebelum adanya rekomendasi desain IPAL komunal *constructed wetland subsurface flow* (saat penelitian) yang ada pada lokasi penelitian.
2. Memberikan rekomendasi perhitungan volume atau dimensi serta desain daripada bangunan IPAL komunal *constructed wetland subsurface flow* sebagai pengolahan air limbah domestik pada lokasi penelitian.
3. Memberikan informasi teknis operasional serta perawatan desain bangunan IPAL komunal

*constructed wetland subsurface flow* sebagai pengolahan air limbah domestik pada lokasi penelitian.

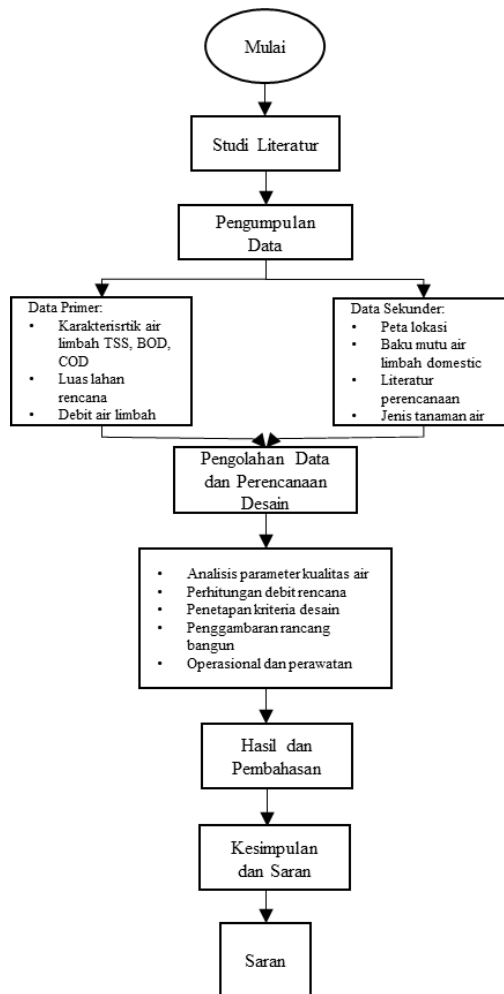
**E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman bagi mahasiswa, sebagai bacaan serta referensi mengenai analisis rencana anggaran biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan pada pembangunan gedung.
2. Memberikan pemahaman bagi mahasiswa lain dalam mengembangkan penelitian serupa dengan penelitian ini.

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Karame Lingkungan IV dan Lingkungan V sebagai batas wilayah studi lokasi rencana ipal. Bagan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**A. Data Primer**

1. Data pemakaian air bersih dengan jumlah KK sebanyak 523 KK diketahui secara survei langsung dan permintaan data di kantor kelurahan.

$$\frac{Z^2 p(1-p)/d^2}{1 + \frac{1}{n} \left( \frac{Z^2 p(p-1)}{d} - 1 \right)} = n$$

Keterangan:

- n = banyaknya sampel
  - N = banyaknya populasi
  - Z = nilai tabel normal standar (1,96)
  - D = sampling error (9%)
  - p = proporsi yang disetujui (0,5-0,99)
  - (1-p) = proposi yang tidak disetujui
- Sehingga diperoleh:

$$\frac{1,96^2 0,9(1-0,9)}{0,09^2} \div \left( 1 + \frac{1}{523} \left( \frac{1,96^2 0,9(0,9-1)}{0,09} - 1 \right) \right) = 43 \text{ Kartu Keluarga.}$$

2. Parameter Kualitas Air Limbah Domestik
3. Luas Lahan Rencana Lokasi Desain.
4. Jumlah Penduduk
5. Debit Air Limbah Domestik

**B. Data Sekunder**

1. Parameter Kualitas Air Limbah Domestik
2. Luas Lahan Rencana Lokasi Desain.
3. Jumlah Penduduk
4. Debit Air Limbah Domestik

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Parameter Uji Kualitas Air Limbah**

Kualitas air limbah domestik diperoleh dari hasil sampling yang bersumber pada pipa *effluent* dengan 3 (tiga) titik sampling yang mewakili sampling air limbah domestik kemudian dihomogenkan atau disatukan sebelum dianalisa di laboratorium. Tiga titik sampling tersebut yaitu:

- Pipa *effluent* salah satu rumah warga
- Pipa *effluent* salah satu usaha laundry
- Pipa *effluent* salah satu usaha warung makan

Data tersebut dilakukan sampling pada tanggal 27 Maret 2022 pada pukul 09.30-11.00 (melihat kegiatan jam puncak penggunaan air pada jam-jam tersebut seperti mandi, mencuci dan memasak. Pengujian laboratorium dilakukan di laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (Baristan Manado) dan menerima hasil laboratorium pada tanggal 28 April 2022 dengan hasil analisis pada Tabel 1.

**TABEL 1**  
Hasil Uji Laboratorium Nilai Influen Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Nilai (Influen)	Baku Mutu (mg/L)
BOD	mg/L	82,55	30
COD	mg/L	400	100
TSS	mg/L	86,11	30

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Baristan Sulawesi Utara.

**B. Analisis Hasil Survei**

Proses survei melalui wawancara dan tanya-jawab kuesioner untuk Kelurahan Karame dengan jumlah sampel yang telah megeneralisasi yang sudah ada. Pertanyaan-pertanyaan survei meliputi sumber air bersih yang digunakan, pemakaian air secara umum diperuntukan, serta ada/tidaknya kepemilikan tangki *septic tank*. Jumlah penduduk Kelurahan IV = 1111 orang dan Jumlah penduduk Kelurahan V = 1227 orang.

Diperoleh hasil kuesioner wawancara sebagai berikut:

- Sumber air bersih lingk IV dari sumur 58%, PDAM 25% serta PDAM & sumur 17% sedangkan ling V untuk sumur 90%, PDAM serta PDAM & sumur 5%.

- Pemakaian air secara umum lingk IV digunakan untuk mandi mencuci memasak 58% dan mandi mencuci 42% sedangkan lingk V 63% dan 37%.
- Kepemilikan tangki *septic tank* lingk IV sebanyak 75% serta lingk V 100% memiliki tangki *septic tank*.

**C. Perhitungan Debit Rencana**

- Lingk IV = 292 KK  
 = 1111 Orang x 170 l/orang/hari  
 = 188.870 liter/hari x 80%  
 = 151.096 Liter/hari
- Lingk V = 313 KK  
 = 1227 Orang x 170 l/orang/hari  
 = 208.590 liter/hari x 80%  
 = 166.872 Liter/hari

**TABEL 2**  
**Data Perhitungan Debit Rencana**

Lingkungan	Jumlah Penduduk	Debit air limbah (l/hari)	F <sub>peak</sub>	Q <sub>peak</sub> (Liter/hari)	Q <sub>ave</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>peak</sub> (m <sup>3</sup> /hari)	Q <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> /detik)
IV	1111	151.096	1.3	196.425	0,0018	196	0,0003
V	1227	166.872	1.3	233.620	0,0019	233	0,0004

**D. Perhitungan DED**

*Bak Ekualisasi.*

Direncanakan:

- Bentuk bak segiempat
- Jumlah bak = 2
- Waktu detensi (Td) = 4 menit = 240 detik
- Kedalaman (H) = 0,5 meter
- Panjang: Lebar = 2: 1
- Q<sub>peak</sub> = 196.425 L/hari = 0,0022 m<sup>3</sup> /detik
- Q<sub>ave</sub> = 151.096 L/hari = 0,0017 m<sup>3</sup> /detik.

Sehingga:

Volume = Q<sub>peak</sub> x Td  
 = (0,0022 m<sup>3</sup>/detik x 60) x 4 menit  
 = 0,528 m<sup>3</sup>

Lebar (l) = (V/H)<sup>0,5</sup>

= (0,528 m<sup>3</sup>/0,5 m)<sup>0,5</sup> = 1 m

Panjang (P) = 2 x lebar = 2 x 1 m = 2 m

Luas (A) = P x l = 2 m x 1 m = 2 m<sup>2</sup>

Cek Td = V/Q<sub>peak</sub>

= 0,528 m<sup>3</sup> / (0,132 m<sup>3</sup>/menit)

= 4 menit

H air saat Q<sub>ave</sub> = Q<sub>ave</sub> x Td/A

= (0,0017 m<sup>3</sup>/detik x 60) x 4 mnt / 2 m<sup>2</sup>

= 0,204 m

H air saat Q<sub>peak</sub> = Q<sub>peak</sub> x Td/A

= (0,0022 m<sup>3</sup>/detik x 60) x 4 mnt / 2 m<sup>2</sup>

= 0,264 m

Maka dimensi diperoleh sebagai berikut:

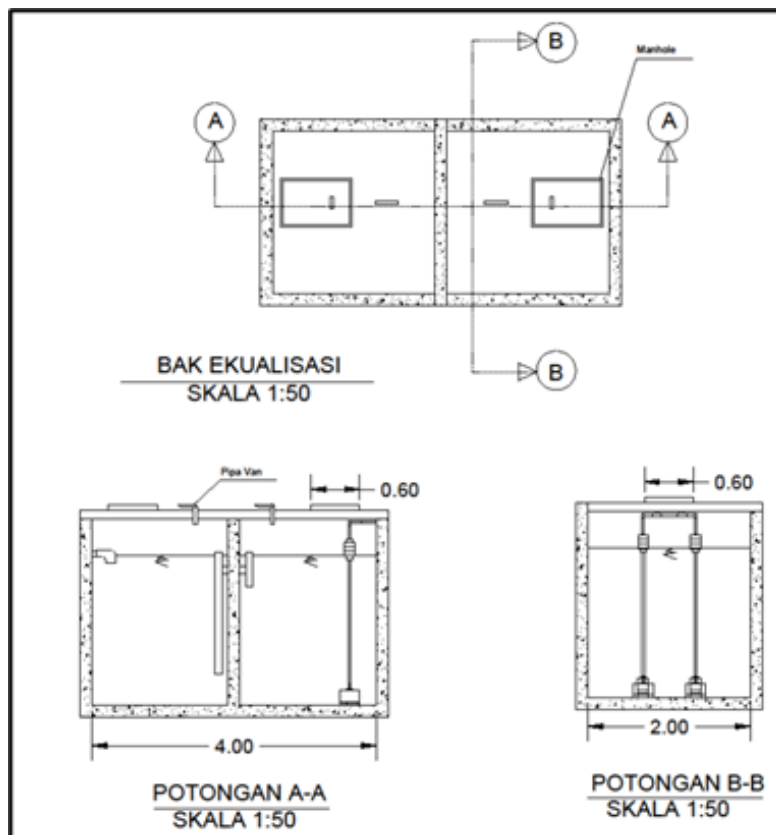
Panjang (P) = 2 m

Lebar (l) = 1

Kedalaman (H) = 0,5 m

freeboard (Fb) = 0,3 m

Total H = 0,8 m.



**Gambar 1. Detail Engineering Design Bak Ekualisasi**

*Perencanaan pipa dan pompa.*

Diketahui debit rata-rata terbesar yaitu 0,0018 m<sup>3</sup>/detik. Tujuan daripada perencanaan pompa ini adalah untuk mengalirkan air limbah dari bak penampungan/ekualisasi menuju IPAL *constructed wetland*. Berdasarkan literatur yang ada kecepatan pada saluran air limbah atau V asumsi dapat = 1 m/s. Sehingga perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 0,0018 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 1,8 \text{ l/detik} \\ \text{V rencana} &= 1 \text{ m/detik (Qosim, 1985:0.3-3)} \\ A &= \frac{Q}{V} = \frac{0,0018}{1} = 0,0018 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter Pipa} &= \sqrt{\frac{4A}{3,14}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0018}{3,14}} \\ &= 0,048 \text{ m} \sim \mathbf{48 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh perhitungan diameter pipa 48 mm tetapi pada perencanaan akan menggunakan diameter pipa pasaran merk Rucika kelas D dengan ukuran 2” atau 60 mm.

Perhitungan daya pompa pada perencanaan tugas akhir ini dapat dihitung dengan persamaan: Daya pompa pada perencanaan tugas akhir ini dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} P_w &= (\gamma \cdot Q \cdot H) 0,163 \\ P &= \frac{P_w}{np} \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} P_w &= \text{daya air (Kw)} \\ P &= \text{daya poros pompa (Kw)} \\ \gamma &= \text{berat air/satuan volume (Kg/liter), suhu } 30^\circ \text{C} \\ &= 0,995 \\ Q &= \text{debit air (m}^3/\text{menit)} \\ H &= \text{head total pompa (m)} \\ np &= \text{efisiensi pompa} = 40\% = 0,4 \text{ (Sudewo,2016).} \end{aligned}$$

Perhitungan daya air

$$\begin{aligned} P_w &= (\gamma \cdot Q \cdot H) 0,163 \\ P_w &= (0,995 \times 0,132 \times 2,57) 0,163 \\ P_w &= 0,05 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Perhitungan daya poros pompa

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_w}{np} \\ P &= \frac{0,05}{0,4} \\ P &= 0,125 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka pada perencanaan ini akan menggunakan pompa dengan spesifikasi **Pompa Submersible**, tipe CDU 790 Dengan merek: Wayne.

*Subsurface Constructed Wetland.*

Data perencanaan:

$$\begin{aligned} \text{BOD influen (C}_o\text{)} &= 82,55 \text{ mg/L} \\ \text{BOD efluen (C}_e\text{)} &= 20 \text{ mg/L} \\ \text{TSS influen} &= 86,11 \text{ mg/L} \\ \text{TSS efluen} &= 100 \text{ mg/L} \\ Q \text{ (debit)} &= 196 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Tipe vegetasi} &= \textit{Typha latifolia} \text{ (ekor kucing)} \\ \text{Temperatur} &= 29^\circ \text{C} \\ \text{Media basin} &= \textit{Gravelly sand} \end{aligned}$$

Slope basin = 0,01

1. Kedalaman basin

Secara umum kedalaman basin pada *wetland* yaitu sedalam 0,6 meter, sedangkan melihat tipe vegetasi penelitian yaitu *typha latifolia* dengan kemampuan 0,5-0,8 pertumbuhannya. Maka menggunakan perencanaan kedalaman basin 0,6.

2. Nilai porositas (α), hidrolik konduktivitas (ks), dan K<sub>20</sub>

Nilai porositas, hidrolik konduktivitas dan K<sub>20</sub> menyesuaikan pada tabel di Bab 2, dengan media basin *gravelly sand* yaitu α= 0,3, ks= 1,640 ft<sup>3</sup>/ft<sup>2</sup>.hari = 500 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari serta K<sub>20</sub> = 0,86.

3. K<sub>T</sub>

Dihitung dengan persamaan pada Bab 2 penelitian terdahulu, yaitu:

$$\begin{aligned} K_T &= K_{20}(1,1)^{(T-20)} \\ K_{29} &= 0,86(1,1)^{(T_{29}-20)} \\ K_{29} &= 2/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Waktu detensi (t')

$$\begin{aligned} t' &= \frac{\ln C / \ln C_o}{\frac{K_T}{20 / 82,55}} \\ t' &= - \ln \frac{0,24}{(2/\text{hari})} \\ t' &= 0,7 \text{ hari} \end{aligned}$$

5. Cross sectional area (Ac)

$$\begin{aligned} Ac &= \frac{Q}{(K_s \times S)} \\ Ac &= \frac{196 \text{ m}^3/\text{hari}}{(500 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{hari}} \times 0,01)} \\ Ac &= 39,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

6. Lebar basin (W)

$$\begin{aligned} W &= \frac{Ac}{d} \\ W &= \frac{39,2 \text{ m}^2}{0,6} \\ W &= 65 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan faktor perencanaan, maka pada kasus ini W digunakan sebagai panjang basin (L).

7. Panjang basin (L)

$$\begin{aligned} L &= \frac{(t' \cdot Q)}{(W \times d \times \alpha)} \\ L &= \frac{(0,7 \times 196)}{(65 \times 0,6 \times 0,35)} \\ L &= 10,05 \text{ m} \sim 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan faktor perencanaan, maka pada kasus ini L digunakan sebagai lebar basin (W).

8. Luas permukaan basin (As)

$$\begin{aligned} As &= L \times W \\ As &= 65 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\ As &= 650 \text{ m}^2 = 0,065 \text{ Ha} \end{aligned}$$

9. Pengecekan *hydraulic-loading rate* (Lw)

$$\begin{aligned} L_w &= Q/As \\ L_w &= (196 \text{ m}^3/\text{hari}) / (650 \text{ m}^2) \\ L_w &= 0,30 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari} \\ L_w &= 30 \text{ cm/hari} \end{aligned}$$

10. Pengecekan *BOD<sub>5</sub> loading rate*

$$LBOD_5 = (Q \times BOD_{influen}) / A_s$$

$$LBOD_5 = (196 \text{ m}^3/\text{hari} \times 82,55 \text{ mg/L}) / 650 \text{ m}^2$$

$$LBOD_5 = 25 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$$

11. Penyisihan TSS

$$C_e = C_o [0,1058 + 0,0011 (HLR)]$$

$$C_e = 86,11 \text{ mg/L} [0,1058 + 0,0011 (43 \text{ cm/hari})]$$

$$C_e = 13,18 \text{ mg/L (memenuhi baku mutu)}$$

12. Jumlah Tanaman

Kerapatan tanaman = 1 setiap  $\text{m}^2$  sehingga jumlah tanaman +  $A_s \times 5 = 650 \text{ m}^2 \times 1 = 650$  Tanaman *Typha latifolia*.

13. Efisiensi Pengolahan

$$(\text{BOD}_{influen} - \text{BOD}_{effluen}) / \text{BOD}_{influen} \times 100\%$$

$$= \frac{(82,55 \text{ mg/L} - 20 \text{ mg/L})}{82,55 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$= 76 \%$$

14. Debit Keluaran ( $Q_{out}$ )

Sedangkan evapotranspirasi tanaman *Typha latifolia* diketahui sebesar 9,85 mm/hari (Diperoleh

dari Volume 53; Water Quality Research Jurnal, 2018). Untuk presipitasi air hujan mengambil data curah hujan Kota Manado 3 tahun terakhir pada lampiran dengan presipitasi rata-rata sebesar 6,92 mm/hari.

Oleh karena itu, perhitungan  $Q_{out}$  adalah sebagai berikut:

$$ET = \text{Evapotransporasi} / 650 \times A_s$$

$$= 9,85 \text{ mm/hari} / 650 \times 650 \text{ m}^2$$

$$= 9,85 \text{ m}^3/\text{hari} \sim 10 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$P = \text{Presipitasi rata-rata} / 650 \times A_s$$

$$= 6,92 \text{ mm/hari} / 650 \times 650 \text{ m}^2$$

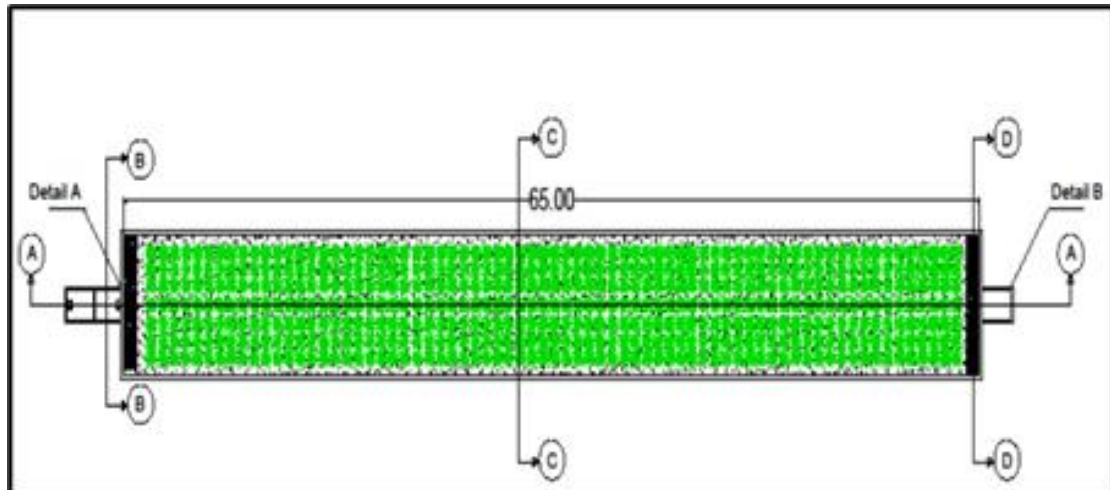
$$= 6,92 \text{ m}^3/\text{hari} \sim 7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$I = 0$$

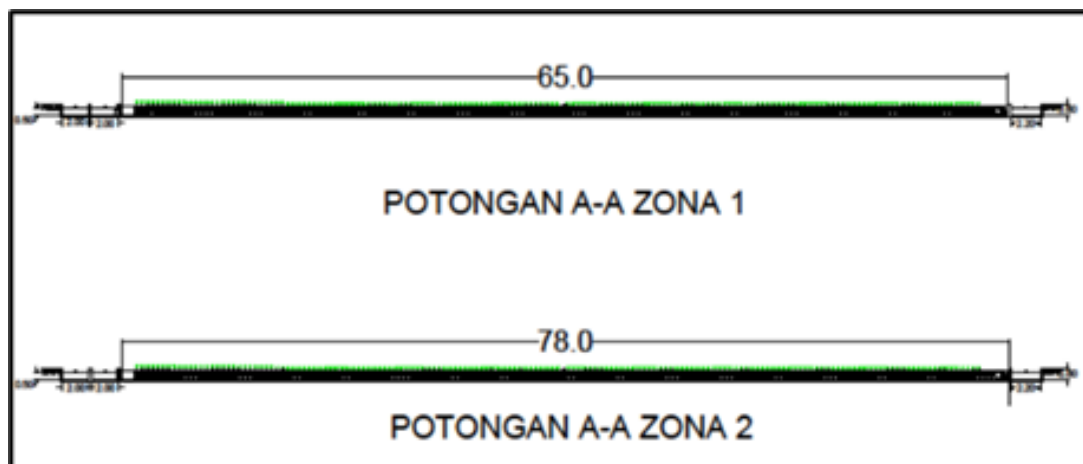
$$Q_{out} = 196 \text{ m}^3/\text{hari} - (E+P+I)$$

$$= 196 \text{ m}^3/\text{hari} - (10+7+0)$$

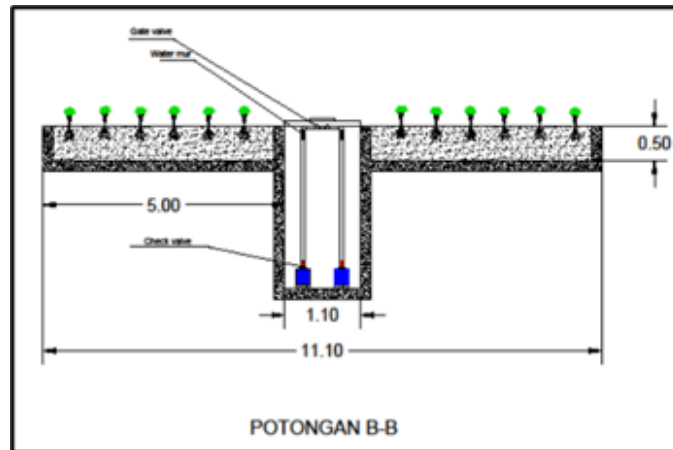
$$= 179 \text{ m}^3/\text{hari}$$



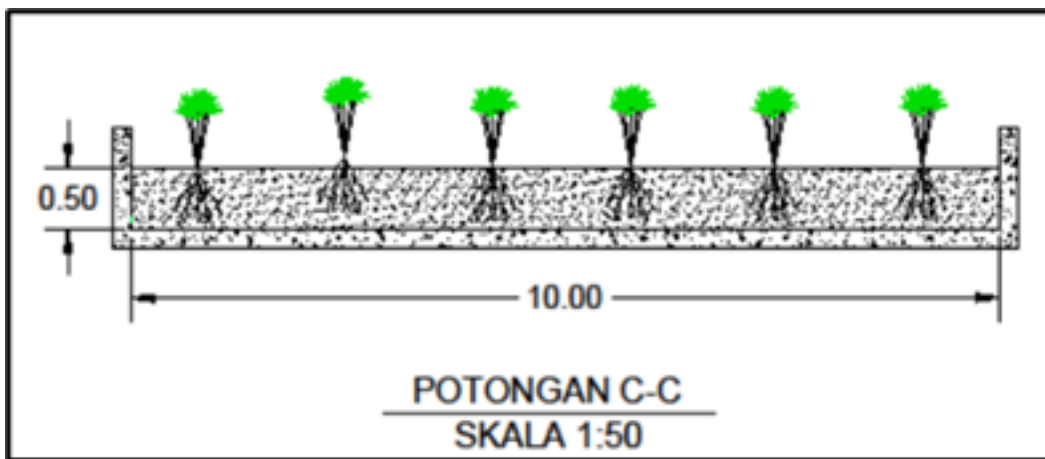
Gambar 2. Layout Rencana IPAL



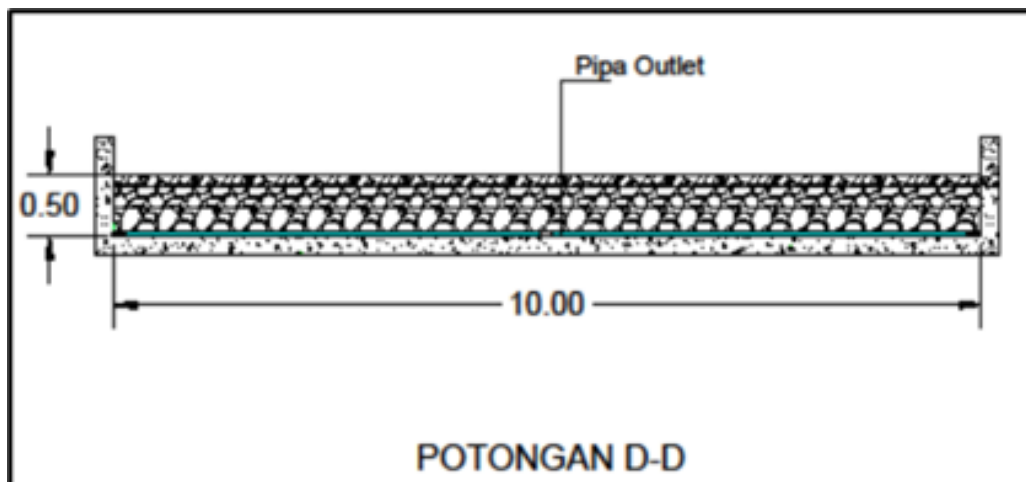
Gambar 3. Potongan A-A Rencana IPAL



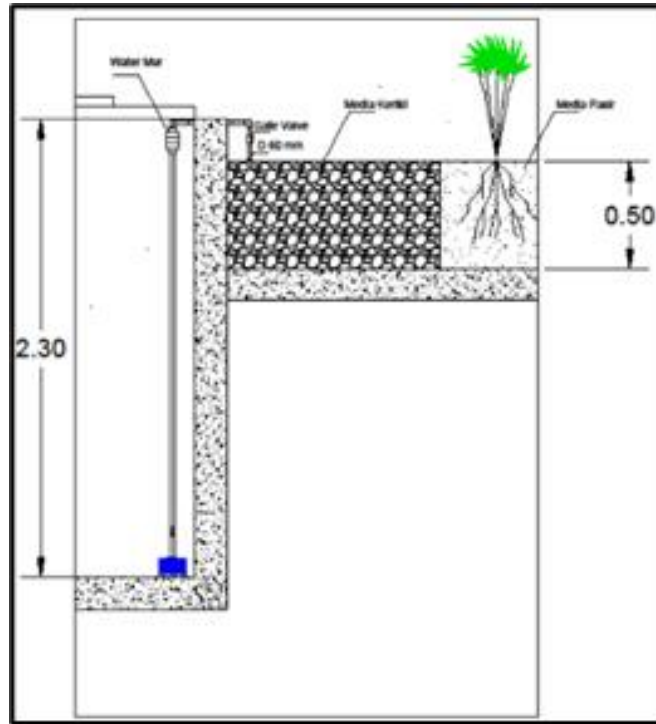
Gambar 4. Potongan B-B Rencana IPAL



Gambar 5. Potongan C-C Rencana IPAL



Gambar 6. Potongan D-D Rencana IPAL



Gambar 7. Detail A Rencana IPAL

*Bak Kontrol.*

Direncanakan:

- Bentuk bak segiempat
- Jumlah bak = 1
- Waktu detensi (Td) = 5 menit
- Kedalaman (H) = 0,5 meter
- Panjang: Lebar = 2: 1
- $Q_{peak}$  = 179 m<sup>3</sup>/hari  
= 0,0020 m<sup>3</sup>/detik

Sehingga:

Volume =  $Q_{peak} \times Td$   
 = (0,0020 m<sup>3</sup>/detik x 60) x 5 menit  
 = 0,62 m<sup>3</sup>

Lebar (l) =  $(V/H)^{0,5}$   
 =  $(0,62 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m})^{0,5}$   
 = 1,11 m

Panjang (P) = 2 x lebar  
 = 2 x 1,11 m  
 = 2,22 m

Luas (A) = P x l

Cek Td = 2,22 m x 1,11 m = 2,464 m<sup>2</sup>  
 =  $V/Q_{peak}$   
 =  $0,66 \text{ m}^3 / (0,12 \text{ m}^3/\text{menit})$   
 = 5 menit

H air saat  $Q_{peak} = Q_{peak} \times Td/A$   
 =  $(0,0020 \text{ m}^3/\text{detik} \times 60) \times 5 \text{ menit} / 2,464 \text{ m}^2$   
 = 0,24 m

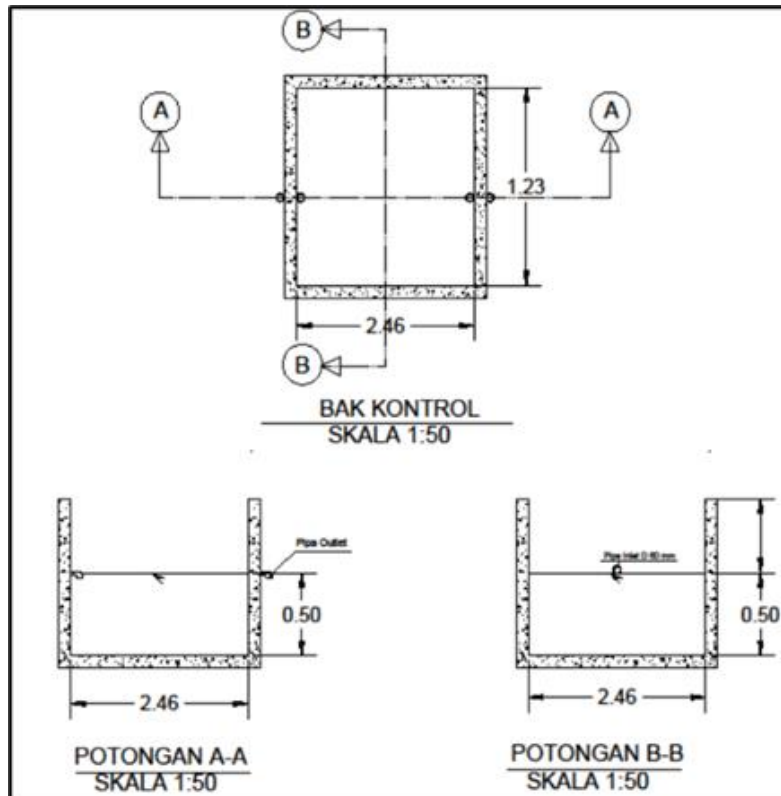
Maka dimensi diperoleh sebagai berikut:

Panjang (P) = 2,2 meter  
 Lebar (l) = 1,1 meter  
 Kedalaman (H) = 0,5 meter  
 Freeboard (Fb) = 0,3 meter  
 Total H = 0,8 meter

Sedangkan dimensi Lingk V dengan nilai Qout = 216, diperoleh:

Panjang (P) = 2,46 meter  
 Lebar (l) = 1,23 meter  
 Kedalaman (H) = 0,5 meter  
 Freeboard (Fb) = 0,3 meter  
 Total H = 0,8 meter





Gambar 8. Detail Engineering Design Bak Kontrol

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan laboratorium, diperoleh bahwa kualitas daripada air limbah domestik untuk Kelurahan Karame dengan 3 (tiga) titik sampling untuk parameter pH, BOD, COD serta TSS masing-masing sebesar 6,8, 82,55, 400 serta 86,11.
2. Berdasarkan perhitungan didapatkan dimensi dari unit bak pengumpul ditipikalkan untuk semua Lingkungan IV dan V adalah 2 m x 1 m. Untuk dimensi reaktor *subsurface constructed wetland* Lingkungan IV adalah 65 m x 10 m dengan total luas lahan 650 m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk Lingkungan V adalah 78 m x 10 m dengan total luas lahan 780 m<sup>2</sup>. Sementara untuk bak kontrol setiap lingkungan adalah 2,46 m x 1,23 m.
3. Hasil perkiraan efisiensi penurunan kadar pencemar yang ada pada air limbah domestik Kelurahan Karame sebesar 76%.

##### B. Saran

1. Pengembangan ilmu pendidikan dan teknologi yang saat ini sangat cepat dapat membuat pembuatan *prototype* IPAL dalam skala kecil untuk penelitian selanjutnya dengan tanaman fitromediasi yang ada agar desain lebih akurat.
2. Semoga pada penelitian tentang IPAL tipikal *subsurface constructed wetland* dapat membuat

*prototype* dengan tumbuhan air fitromediasi langsung dan air limbah yang akan diuji.

#### KUTIPAN

- [1] Ahmed Zidan, A R., and Abdel Hady, M A. 2018. *Constructed Subsurface Wetlands Case Study and Modeling*. Apple Academic Press, Inc. Canada
- [2] Bayona, J M. 2018. *Artificial or Constructed Wetlands: A Suitable Technology for Sustainable Water Management*. CRC Press Taylor & Francis Group. New York
- [3] Kholif, M. 2020. *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Scopindo Media Pustaka. Surabaya
- [4] Mangangka, I., Liu A., Goonetilleke, A., & Egodawatta, P. 2016. *Enhancing the Storm Water Treatment Performance of Constructed Wetlands and Bioretention Basins*. Springer Nature. Singapura
- [5] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- [6] Pereyra, M Z. 2015. *Design and Development of Two Novel Constructed Wetlands: The Duplex-Constructed Wetlands and The Constructed Wetroof*. Sense. Belanda 69
- [7] Skripsi Safroedin, A. 2016. *Desain IPAL Pengolahan Grey Water Dengan Teknologi Subsurface Flow Constructed Wetland di Rusunawa Grudo Surabaya*. Teknik Lingkungan ITS. Surabaya
- [8] Vymazal, J., and Kropfelova, L. 2008. *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*. Springer Science + Business. Singapura