STUDI PERENCANAAN TEKNOLOGI *REED-BED* PADA IPAL DOMESTIK DI PERUMAHAN PONDOK INDAH ESTATE KOTA MALANG

**Igum Yudiantoro.1, Eko Noerhayati 2, Anita Rahmawati3   
1Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang**

**e-mail:** [**igumyudiantoro@gmail.com**](mailto:igumyudiantoro@gmail.com)

**2Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
 e-mail:** [**eko.noerhayati@unisma.ac.id**](mailto:eko.noerhayati@unisma.ac.id)

**3Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
e-mail:** [**ar.nita.rachma@unisma.ac.id**](mailto:ar.nita.rachma@unisma.ac.id)

**ABSTRAK**

Limbah cair yang ada di Perumahan Pondok Indah Estate, Kelurahan Pandanwangi, Kecamatan Blimbing, Kota Malang memiliki kadar organik tinggi yang melebihi baku mutu yang telah dipersyaratkan oleh Pemerintah untuk perumahan. Kadar organik limbah cair Perumahan Pondok Indah Estate diketahui mengandung BOD sebesar 182,14 mg/L, COD 256,38 mg/L, TSS 121 mg/L dan pH sebesar 7,15. Dilihat dari kondisi eksisting kadar organik limbah cair tahu tersebut, maka diperlukan bangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Tujuan dari penelitian ini yaitu agar limbah cair yang dibuang ke aliran drainase sesuai dengan baku mutu. Penentuan desain perencanaan teknologi IPAL didasarkan pada besar nilai kandungan organik limbah cair yang diperoleh dari sampel limbah yang diuji di laboratorium. IPAL yang direncanakan adalah teknologi *Reedbed* dengan metode *Subsurface Horizontal Flow*. Hasil dari perencanaan pada penelitian ini yaitu, untuk membangun IPAL teknologi *Reedbed* dengan metode *Subsurface Horizontal Flow* membutuhkan lahan sebesar 184,1 m2. Desain teknologi tersebut dipilih karena mampu mengolah limbah cair perumahan hingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan pemerintah. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun teknologi *Reedbed* dengan metode *Subsurface Horizontal Flow* sesuai perencanaan yaitu sebesar Rp. 173.200.000,00.

**Kata Kunci:** IPAL, Limbah cair, Perumahan, Reedbed, Subsurface Horizontal Flow

***ABSTRACT***

*Liquid waste in Pondok Indah Estate Housing, Pandanwangi Village, Blimbing District, Malang City has high organic levels that exceed the quality standards required by the Government for residential. The organic content of Pondok Indah Estate Housing liquid waste is known to contain BOD of 182.14 mg/L, COD 256.38 mg/L, TSS 121 mg/L and pH of 7.15. Judging from the existing conditions of the organic content of the housing wastewater, a wastewater treatment plant (WWTP) building is needed. The purpose of this study is to make the wastewater discharged into the drainage stream in accordance with quality standards. Determination of WWTP technology planning design is based on the value of the organic content of wastewater obtained from waste samples tested in the laboratory. The planned WWTP is Reedbed technology with the Subsurface Horizontal Flow method. The results of the planning in this study are, to build a WWTP Reedbed technology with the Subsurface Horizontal Flow method requires a land area of 184.1 m2. The technology design was chosen because it is able to treat residential wastewater to meet the quality standards required by the government. The cost required to build Reedbed technology with the Subsurface Horizontal Flow method according to planning is IDR 173,200,000.00.*

# *Keywords*: *Liquid waste, Reedbed, Residential, Subsurface Horizontal Flow, WWTP*

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Meningkatnya arus pembangunan di kota-kota besar memberikan dampak yang cukup besar pada pertumbuhan penduduk. Salah satu masalah yang muncul seiring dengan perkembangan kota adalah masalah pemukiman dan perumahan, khususnya di daerah perkotaan. Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam pemukiman penduduk di daerah perkotaan adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembuangan air limbah yang tidak dikelola dengan baik. Contohnya, Perumahan Pondok Indah Estate mungkin masih menghadapi masalah ini dengan menerapkan pembuangan limbah greywater dan effluent dari tangki septik secara langsung ke sungai, yang berpotensi menyebabkan pencemaran sungai dan lingkungan sekitarnya. (Putri, A. D, dkk. 2021).

Pada perencanaan ini akan direncanakan Teknologi *Reedbed* tipe *Subsurface Horizontal Flow* dengan menggunakan tanaman *Typha Angustifolia* (Tanaman Lembang). Pada perencanaan *Reedbed* ini diharapkan mampu memperbaiki kualitaas air limbah yang akan menuju badan air sehingga berdasarkan rata-rata kondisi iklim Indonesia yang potensial untuk mendukung pertumbuhan dan transpirasi tanaman sepanjang tahun, maka pengolahan air limbah menggunakan sistem tersebut diperkirakan dapat berjalan dengan optimal.

# TINJAUAN PUSTAKA

## Limbah Cair

Air limbah domestik terbagi menjadi 2 yaitu *grey water* dan *black water*. Sistem Teknologi *ReedBed* merupakan bentuk lahan basah yang dibangun untuk menerapkan penyaringan air limbah dan mengembalikan kualitas air melalui pemurnian air dari polutan. Lahan Basah Buatan adalah proses pengolahan limbah yang mensimulasikan penjernihan air di lahan basah (wetlands) dengan menggunakan instalasi pengolahan tanaman dan media filter (Noor S, Noerhayati dan Rahmawati 2021).

**Debit Limbah Cair**

Rata-rata air limbah yang dihasilkan skala rumah tangga di Indonesia dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

Debit air limbah = 80% x Debit air bersih (1)

## Sitem Perhitungan Aliran

Sistem Perhitungan Aliran dengan desain *Subsurfacce flow*, untuk perhitungan digunakan rumus dibawah ini :

= (2)

Kt = (3)

td = (4)

Ac = d.W = (5)

L = (6)

As = L.W (7)

Baku mutu air limbah diambil dari Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Pemukiman atau Perumahan.

**Tabel 1 Kandungan Limbah Cair Perumahan Pondok Indah Estate**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Satuan** | **Hasil** |
| 1 | BOD | mg/L | 30 |
| 2 | COD | mg/L | 50 |
| 3 | TSS | mg/L | 50 |
| 4 | Lemak dan Minyak | mg/L | 10 |
| 5 | pH | - | 6-9 |

Sumber : Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

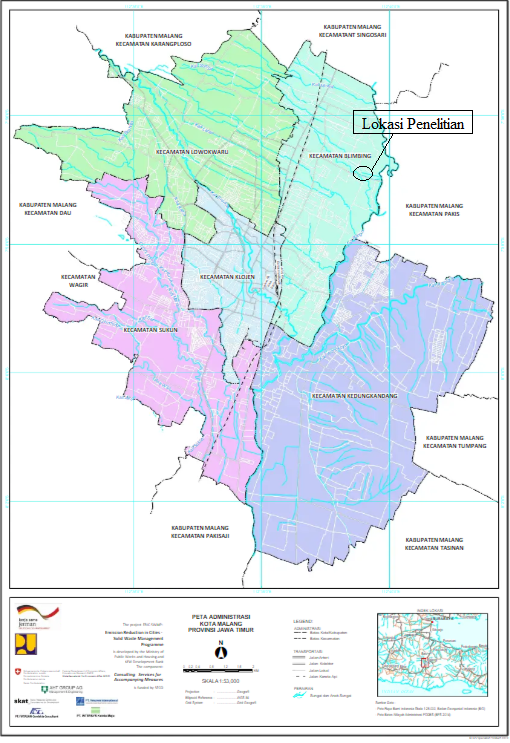
**Rencana Anggaran Biaya**

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut RAB = (Volume x Harga Satuan Pekerjaan). Tujuan dari perhitungan perencanaan anggaran ini adalah untuk mengetahui besarnya pengeluaran yang diperlukan, mengendalikan biaya per item pekerjaan, mencegah keterlambatan atau downtime, dan meminimalkan potensi pemborosan biaya saat melakukan pekerjaan (Ni’am, M. K., dkk 2021)..

# METODELOGI PENELITIAN

## Lokasi Studi

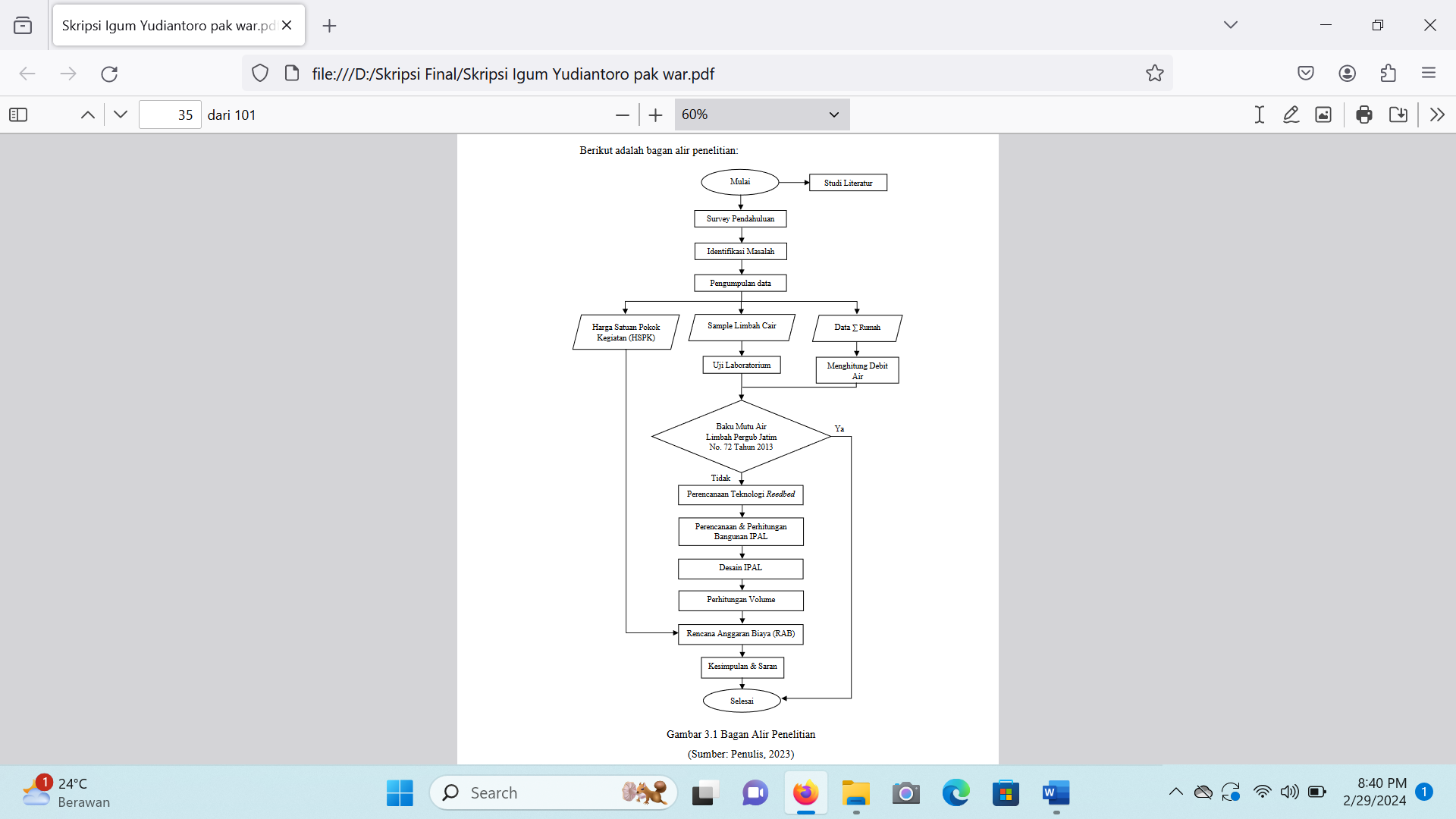
Penelitian berada di Perumahan Pondok Indah Estate terletak di Jalan Teluk Grajakan, Kelurahan Pandanwangi, Kelurahan Blimbing Kota Malang. Berkoordinat  7°56'53"S dan 112°39'36"E.

****

Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: Dinas PUPRPKP Kota Malang)

## Flowchart

****

Gambar 2 Bagan Alir Pengolahan Limbah Air Dengan Teknologi *ReedBed*

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Data Penghuni Perumahan Pondok Indah Estate

Perumahan Pondok Indah Estate memiliki 66 unit rumah, tapi hanya 65 unit rumah yang dihuni. Setiap unit rumah diisi oleh 1 KK yang setiap unitnya diasumsikan seluruh unit diisi oleh 5 orang. Maka jumlah penghuni di Perumahan Pondok Indah Estate adalah 325 orang.

**Kuantitas Air Limbah**

Besarnya rata-rata jumlah limbah cair di Perumahan Pondok Indah Estate di dapatkan dari 80% pemakaian air bersih akan menjadi limbah cair. Untuk keperluan domestik, rata-rata air sekitar 80% hingga 90% dari pemakaian air bersih berpotensi menjadi air limbah (Noerhayati, E. R. 2023).

**Debit Air Limbah Rata-rata**

Kota Malang termasuk kota metropolitan dengan jumlah penduduk 895.387 jiwa. Sehingga untuk kebutuhan air bersih di Kota metropolitan ialah 150 L/orang/hari. Kebutuhan air bersih domestik di dalam perumahan Pondok Indah Estate ialah sebagai berikut:

Debit air

Debit air bersih = 150 L/orang/hari

Debit air limbah = 80% x debit air bersih

= 80% x 150 L/orang/hari

= 120 L/orang/hari

= 0,12 m3/orang/hari

Jumlah rumah = 65 unit rumah/ 65 KK

Asumsi rata-rata orang/rumah = 5 orang

Total jumlah penduduk = 325 orang

Total debit air limbah = 0,12 m3/orang/hari x 325 orang = 39 m3/hari

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap kualitas air limbah domestik yang berasal dari limbah cair Perumahan Pondok Indah Estate didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 2 Kandungan Limbah Cair Perumahan Pondok Indah Estate**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Satuan** | **Hasil** | **Metode Analisa** | **Keterangan** |
| 1 | Temperatur | °C | 29 | SNI 06-6989.23.2005 | Analisa di Lab |
| 2 | Ph | - | 7,15 | SNI 06-6989.11.2004 | Analisa di Lab |
| 3 | BOD | mg/L | 182,14 | APHA 5210 B-2017 | Analisa di Lab |
| 4 | COD (Spektro) | mg/L | 256,38 | SNI 6989.2.2009 | Analisa di Lab |
| 5 | Zat Padat Tersuspensi | mg/L | 121 | APHA 2540 D-2017 | Analisa di Lab |

Sumber : (Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta 1 Kota Malang, 2023)

Berdasarkan Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 Baku Mutu Air tersebut masih melampaui baku mutu. Oleh sebab itu perlu di lakukan pengolahan air limbah sebelum di buang secara langsung ke sungai.



Gambar 3 Pengambilan Sampel Limbah Cair Di Peum. Pondok Indah Estate Kota Malang

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

**Perencanaan Unit Pengolahan**

Pada perencanaan ini jenis vegetasi yang digunakan adalah tanaman *Typha Angustifolia.* Menurut penelitian sebelumnya kedalaman yang dianjurkan untuk tanaman ini yaitu 50 cm (0,5m).

**Bak Ekualisasi**

Perhitungan mencari bak ekualisasi menggunakan faktor pemakaian air bersih, faktor pemakaian maksimum sebesar 1,8 m3/jam dan factor minimum 0,3 m3/jam. Jumlah air limbah bisa di hitung dengan menggunakan 80% air bersih akan menjadi limbah cair (Dinas Lingkungan Hidup 2019).

Diketahui :

* Surplus maksimum : 1,14
* Deficit minimum : -1,3

Volume bak yang di perlukan = surplus maksimum – defisit minimum.

= 1,14 – (-1,3) = 2,44 m3/hari

Direncanakan:

P : L = 1 : 1

Kedalaman (h) = 1 m, maka :

As =

=

= 2,44 m2

Dimensi bak ekualisasi

Lebar (L) = √As

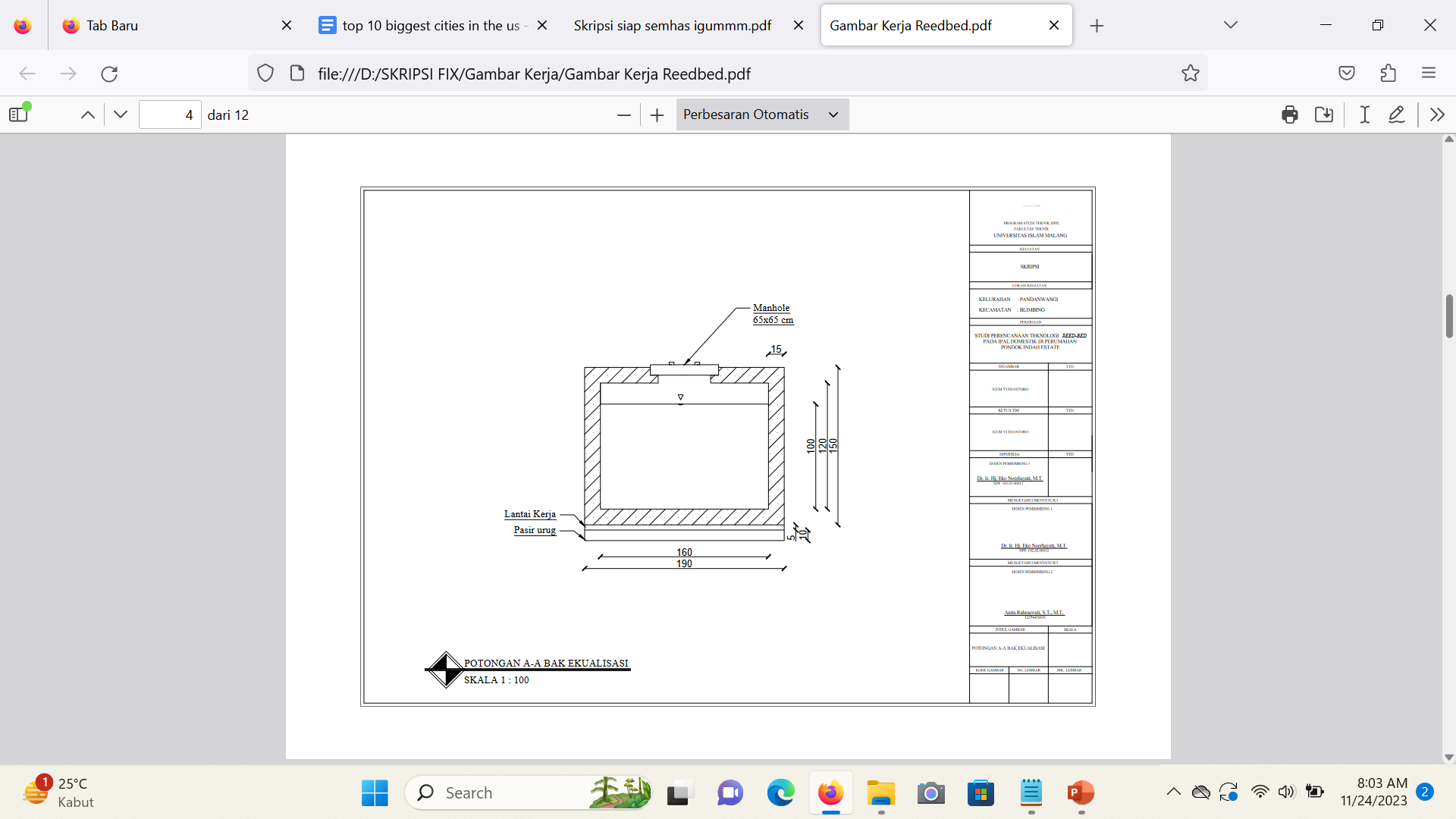
= √2,44

= 1,56 m ≈ 1,6 m

Panjang (P) = L

= 1,6 m

*Freeboard* (Fb) = 0,2 m



Gambar 4 Potongan A-A Bak Ekualisasi

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

### Reed Bed

Dalam teknologi ini sistem alirannya menggunakan *subsurface flow*,berikut perhitungan perencanaan teknologi *reedbed* di Perumahan Pondok Indah Estate Malang.

Jumlah total air limbah(Q Total) = 39 m3/hari

*BOD Influen(Co*) = 182,14 mg/l

*BOD Efluen(Ce*) = 30 mg/l

Suhu(T) = 29oC

Tipe vegetasi = *Typha Angustifolia*

Media = *Gravely sand*

*Slope(s)* = 0,5%*(flat bottom)*

* Lebar(w)

Lebar *reedbed* di dapatkan daripersamaan sebagai berikut:

W =

=

= 3,12 m

* Panjang(l)

Panjang *reedbed* di dapatkan dari rumus sebagai berikut:

L =

=

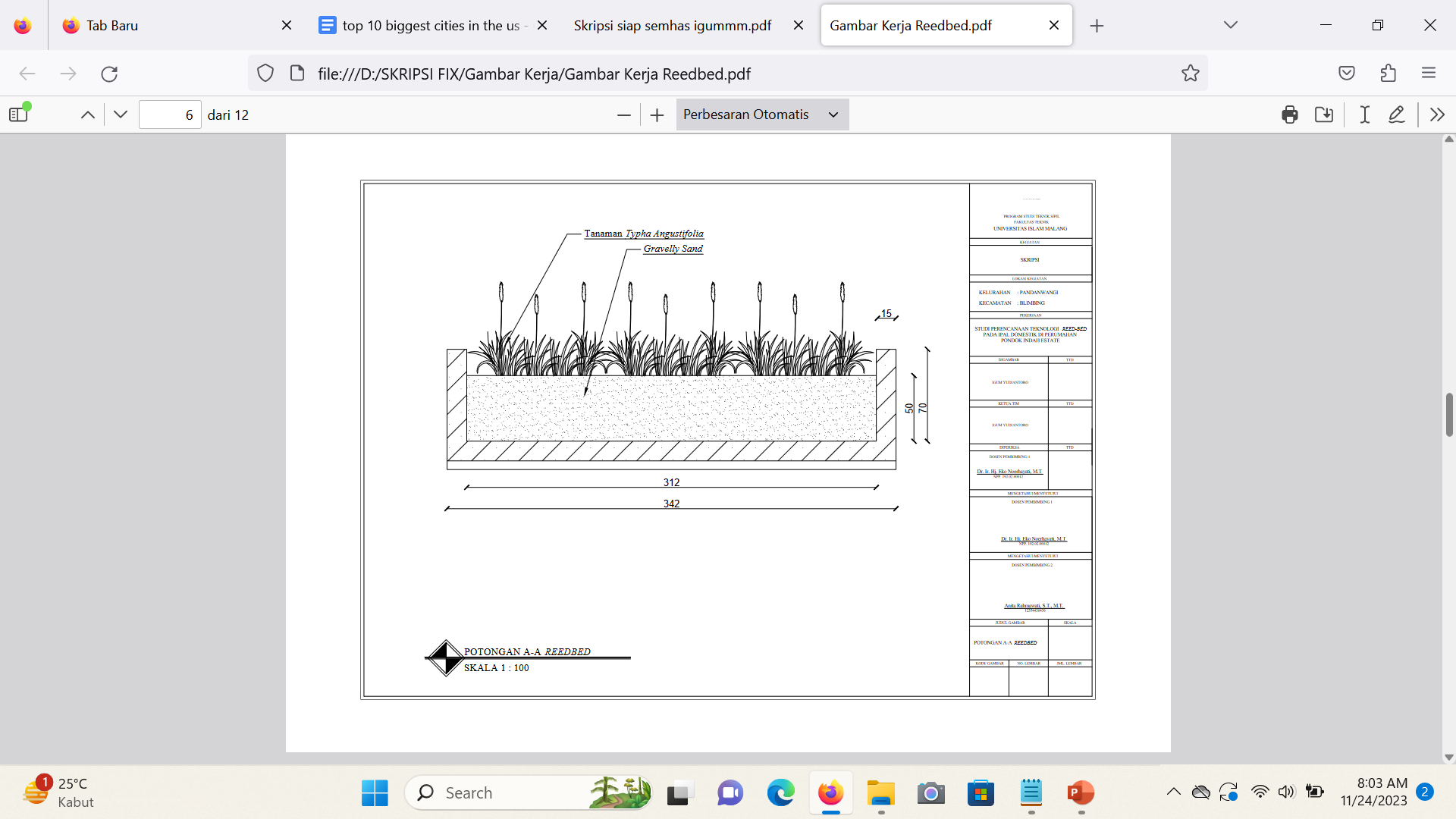
* Luas Permukan

Luas teknologi *reedbed* di dapatkan dari rumus sebagai berikut:

As = L x W

= 3,12 m x 59 m

= 184,1 m2



Gambar 5 Potongan A-A Teknologi *Reedbed*

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

## Bak Penampung

Reservoir ini digunakan untuk menerima air olahan dari *reedbed* sebelum dibuang ke badan air. Bak ini juga digunakan untuk tendon air untuk kebutuhan tanaman.

Waktu detensi(td) = 6 jam

Debit(Q) = 39 m3/hari

= 1,63 m3/jam

P : L = 2 : 1

Kedalaman(h) = 1 m

Volume bak penampung

= td x Q

= 6 jam x 1,63 m3/jam

= 9,8 m3

Dimensi bak penampung

Lebar(L) = √

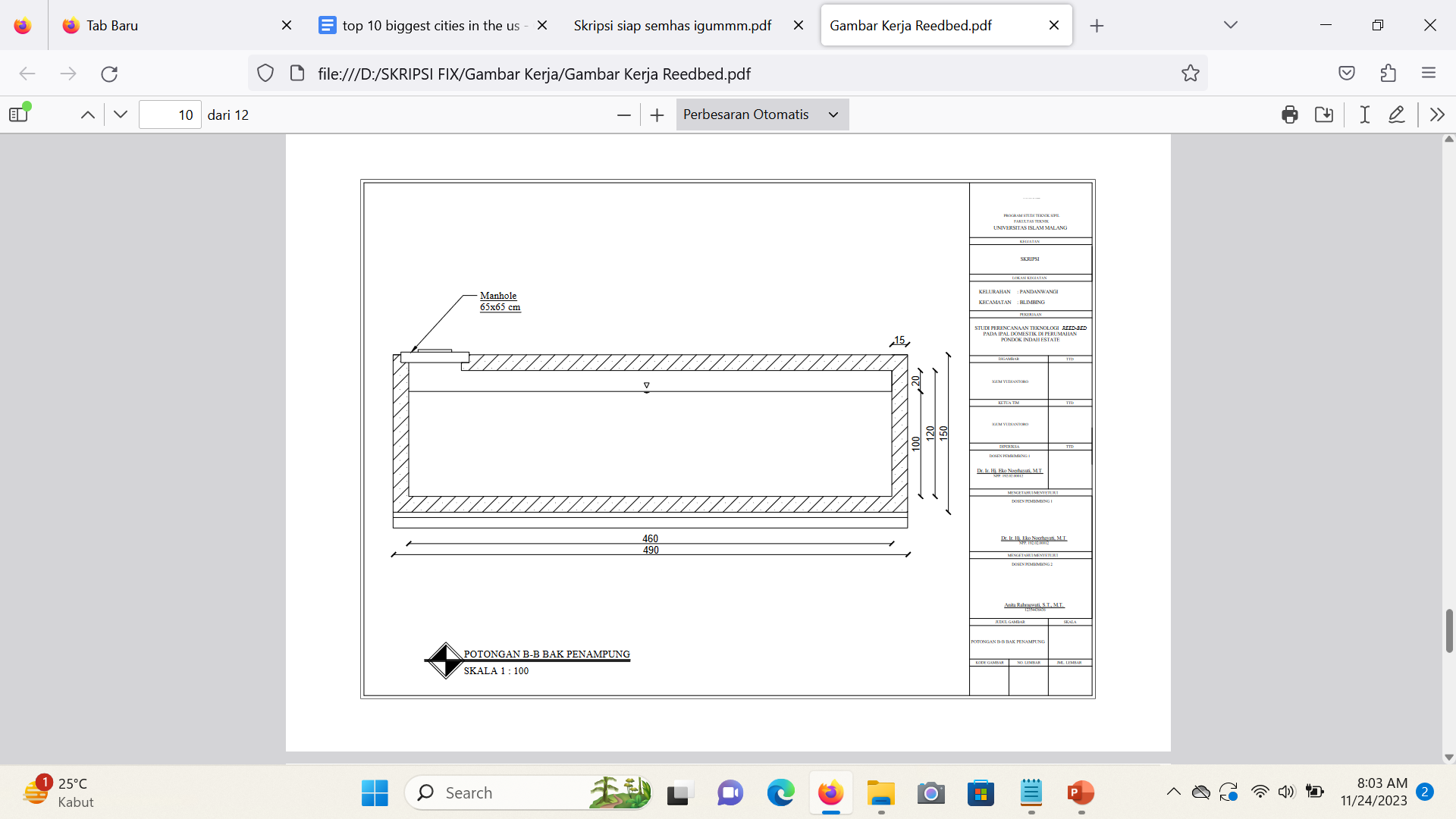
= √

= 2,3m

Panjang(P) = 2L

*=* 4,6 m

*Freeboard (Fb*) = 0,2 m



Gambar 6 Potongan A-A Bak Penampung

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

## Penyisihan TSS

Perhitungan TSS untuk system SFS menggunakan rumus sebagai berikut:

Ce = Co [0,1058 + 0,0011 (Lw)]

Dimana :

Ce = Co [0,1058 + 0,0011 (Lw)]

= 121 [0,1058 + 0,0011 (21)]

= 40,75 mg/L

Didapatkan kualitas Ce TSS sebesar 40,75 mg/L sudah memenuhi syarat baku mutu Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 yaitu 50 mg/L.

## Penyisihan BOD

Besarnya *efluen* yang di hasilkan dapat di ketahui dengan menggunaan rumus sebagai berikut:

0 = Qr(Cn) + (1/n.Q)(Co) – (Qr+(1/n.Q)(Ce)) + (KT)(Ce)V

Ce =

=

= 17,21 mg/L

Didapatkan kualitas BOD ce sebesar 17,21 mg/L Sudah memenuhi baku mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 yaitu 30 mg/l.

## Penyisihan COD

Penyisihan COD mengikuti literature terdahulu yaitu.

CODef =(100-89) % x 256,38 mg/L =28,20 mg/l

## Perhitungan Efisiensi

Penyisihan efisiensi parameter BOD dan TSS dapat di ketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

BOD Eff = x 100%

= x 100%

= 90 %

TSS Eff = x 100%

= x 100%

= 66 %

Dan Kandungan parameter COD mengikuti literature terdahulu dengan nilai 89%.

**Profil Hidrolis**

Berikut adalah perhitungan profil hidrolis pada perencanaan raktor *reedbed* ini:

* Bak ekualisasi

Elevasi muka tanah awal = +453,75 m

Kedalaman = 1,0 m

Freeboard = 0,2 m

Elevasi dasar awal = +453,75 – (1,0 + 0,2) = +452,55 m

Elevasi dasar akhir = +452,55 – 0 = +452,55 m

Elevasi muka air awal = +453,75 – 0,2 = +453,55 m

Elevasi muka air akhir = +452,55 + 1,0 = +453,55 m

* *Reedbed*

Elevasi muka tanah awal = +453,75 m

Elevasi muka tanah akhir = +453,55 m

Kedalaman = 0,5 m

Freeboard = 0,2 m

Elevasi dasar awal = +453,75 – (0,5 + 0,2) = +453,05 m

Elevasi dasar akhir = +453,55 – (0,5 + 0,2 + 0,005) = +452,845 m

Elevasi muka air awal = +453,75 – 0,2 = +453,55 m

Elevasi muka air akhir = +452,55 – 0,2 = +453,35 m

* Bak ekualisasi

Elevasi muka tanah awal = +453,45 m

Kedalaman = 1,0 m

Freeboard = 0,2 m

Elevasi dasar awal = +453,45 – (1,0 + 0,2) = +452,25 m

Elevasi dasar akhir = +452,25 – 0 = +452,25 m

Elevasi muka air awal = +453,45 – 0,2 = +453,25 m

Elevasi muka air akhir = +452,25 + 1,0 = +453,25

**Gambar Teknologi *Reedbed***

# Berikut merupakan gambar IPAL dengan menggunakan teknologi *Reedbed* dan tanaman *Typha Angustifolia* sebagai media vegetasinya:

# 

Gambar 7 IPAL dengan teknologi *Reedbed*

Sumber: (Data Pribadi, 2024)

# RAB “Rencana Anggaran Biaya”

**Tabel 3 Anggaran Biaya IPAL**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Pekerjaan** | **Biaya (Rp)** |
| 1. | JARINGAN PIPA | 13.429.262,00 |
| 2. | BAK EKUALISASI | 17.174.628,00 |
| 3. | *REEDBED* | 142.146.471,00 |
| 4. | BAK PENAMPUNG | 13.860.620,00 |
| TOTAL BIAYA KESELURUHAN | | 173.181.719,00 |
| PEMBULATAN | | 175.200.000,00 |

Sumber : ( Hasil Perhitungan Sendiri, 2024)

# PENUTUP

## Kesimpulan

Kesimpulan pada perencanaan teknologi *ReedBed* untuk pengolahan limbah cair di perumahan Pondok Indah Estate Kota Malang adalah :

1. Kualitas air limbah yang berasal dari saluran pembuangan Perumahan Pondok Indah Estate memiliki konsentrasi BOD5 184,14 mg/L setelah di olah nilai BOD5 ce sebesar 17,21 mg/L, COD 256,38 mg/L setelah di olah nilai COD sebesar 28,2 mg/l, dan TSS 121 mg/L setelah di olah nilai ce TSS yaitu 40,75 mg/l. Hasil perencanaan menunjukan efisiensi BOD 90%, COD 89%, dan TSS 66% . Sudah memenuhi baku mutu Pergub Jatim No 72 tahun 2013.
2. Teknologi yang tepat untuk pengolahan limbah cair di Perumahan Pondok Indah Estate Kota Malang adalah Teknologi *ReedBed* dengan media tanam *Gravelly Sand* dan tanaman *Typha Angustifolia*.
3. Ukuran *reedbed* diperoleh dari hasil perencanaan yaitu 59m x 3,12m x 0,5m atau seluas 184,1m2 dengan menghabiskan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp. 173.200.000,-

## Saran

Saran guna perbaikan perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Harus di lakukan pembuatan IPAL dengan skala kecil untuk membuktikan bahwa teknologi tersebut mampu mengolah limbah cair dengan efisien.
2. Perlunya pembahasan atau perencanaan lebih lanjut dan mendetail mengenai pemenfaatan air hasil olahan di Perumahan Pondok Indah Estate Kota Malang.

# DAFTAR PUSTAKA

Dinas Lingkungan Hidup. 2019. *Pengolahan Limbah Cair Kegiatan Perhotelan*. Surabaya: Dinas Lingkungan Hidup.

Noor S, Ginanjar, Eko Noerhayati, and Anita Rahmawati. 2021. “Studi Perencanaan Constructed Wetland Untuk Pengolahan Grey Water Di Perumahan Taman Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.” 11.

Putri, A. D., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2021). Studi Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Pada Perumahan Bumi Podo Rukun, Dau, Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Software Watercad. *Jurnal Rekayasa Sipil*, *9*(3).

Noerhayati, E. R. (2023). Studi Perancangan Tipikal Anaerobic Filter ( Af ) Untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah Pasar Tradisional Blimbing, Kota Malang. Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal), 13(1).

Ni’am, M. K., Noerhayati, E., Suprapto, B., & Rahmawati, A. (2021). Pengolahan Limbah Cair Domestik untuk Pemenuhan Air Bersih dengan Metode Filter serta Penetralan dengan Eceng Gondok. Jurnal Rekayasa Sipil, 9(1).