

PERENCANAAN *CONSTRUCTED WETLAND* SEBAGAI ALTERNATIF PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI PERUMAHAN LAM TRIENG MADANI KABUPATEN ACEH BESAR

Juliansyah Harahap^{1*}, Aida Sukna Yuri¹, Bahagia Ishak²

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah

*E-mail: juliansyah.harahap@ar-raniry.ac.id

Abstract : Domestic wastewater in the Lam Trieng Madani Housing Complex, Kuta Baro, Aceh Besar, is only stored in the cubluk or flowed directly into the drainage. Based on Minister of Environment and Forestry Regulation 68 of 2016 concerning Domestic Wastewater Quality Standards, domestic wastewater from households has the potential to pollute the environment, so it is necessary to be treated before being discharged into environmental media. This study aims to identify characteristics of domestic wastewater and plan the WWTP design. The technologies used are equalization tanks, sedimentation tanks, and SSF-type CW. CW is known as a technology that is quite complex in treating wastewater and has an aesthetic value that makes it very suitable to be applied in rural areas. The results of laboratory tests showed that the characteristics of domestic wastewater TSS parameters and total coliform exceeded the quality standard before processing. This planning calculation can set aside 89% TSS and 48% total coliform. The processing unit calculation results are presented in the form of design drawings, and total land area required is 97.75 m².

Keywords: Domestic Wastewater, Planning, Constructed Wetland (CW), Settlement Scale WWTP

Abstrak: Air limbah domestik di Perumahan Lam Trieng Madani, Kuta Baro, Aceh Besar, hanya ditampung pada cubluk atau dialirkan langsung ke *drainase*. Berdasarkan PerMenLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik dari rumah tangga berpotensi mencemari lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke media lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik air limbah domestik dan merencanakan desain IPALD. Teknologi yang digunakan yaitu bak ekualisasi, bak sedimentasi, dan CW tipe SSF. CW dikenal sebagai teknologi yang cukup kompleks dalam mengolah air limbah dan memiliki nilai estetika sehingga menjadikan CW sangat sesuai diterapkan di lingkungan pedesaan. Hasil uji laboratorium didapatkan karakteristik air limbah domestik parameter TSS dan *total coliform* yang melebihi baku mutu sebelum dilakukan pengolahan.

Perencanaan ini menyisihkan TSS 89% dan *total coliform* 48%. Hasil perhitungan unit pengolahan disajikan dalam bentuk gambar desain dan total luas lahan yang dibutuhkan yaitu 97,75 m².

Kata Kunci: Air Limbah Domestik, Perencanaan, *Constructed Wetland* (CW), IPAL Skala Pemukiman

PENDAHULUAN

Air limbah domestik menjadi salah satu permasalahan yang sering terjadi pada suatu permukiman, dikarenakan kurangnya pengolahan yang dilakukan. Air limbah domestik merupakan air limbah yang bersumber dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perdagangan, asrama dan apartemen (Uyun dkk. 2019). Air limbah domestik terbagi menjadi *black water* dan *grey water*. *Black water* merupakan air limbah yang berasal dari pembuangan kakus, biasanya ditampung di dalam tangki septik yang merupakan campuran air seni dan tinja (Duma dkk. 2022). Sedangkan air limbah *grey water* merupakan air limbah yang berasal dari non kakus seperti air limbah dari dapur, air bekas cuci pakaian, air mandi dan sebagainya (Kholif, 2020).

Perkiraan PBB pada tahun 2019 menunjukkan bahwa 80-90% air limbah yang ada pada negara berkembang dibuang langsung begitu saja ke badan air tanpa dilakukannya pengolahan, sehingga dapat mengancam kesehatan dan pencemaran lingkungan (Kataki dkk. 2021).

Berdasarkan data *National Housing Water and Sanitation Information Services* (NAWASIS) Kabupaten Aceh Besar tahun 2015-2019, hanya 64,93% *drainase* yang aman dari pembuangan air limbah. Pada Kecamatan Kuta Baro Aceh Besar terdapat 2.894 Kepala Keluarga (KK) dengan pengolahan air limbah domestik tidak aman berupa cubluk dan belum tersedianya instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal dan terpusat (Pokja Sanitasi Kabupaten Aceh Besar, 2020).

Hasil observasi yang dilakukan, sebagian besar air limbah domestik

Perumahan Lam Trieng Madani hanya ditampung menggunakan cubluk tanpa dilakukannya pengolahan lanjutan. Air limbah domestik *grey water* juga ada yang mengalir ke *drainase* atau parit perumahan dan mengalir ke lahan persawahan masyarakat Desa Lam Trieng.

Air limbah domestik perumahan Lam Trieng Madani memiliki kadar parameter TSS mencapai 46 mg/L dan *total coliform* 53333 Jumlah/100 mL. Kedua parameter tersebut melebihi kadar maksimum baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Oleh sebab itu, diperlukan adanya perencanaan pengolahan lanjutan untuk mengolah air limbah domestik Perumahan Lam Trieng Madani karena berpotensi mencemari lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik air limbah domestik yang terdapat pada Perumahan Lam Trieng Madani. Serta merencanakan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) dengan teknologi CW Kombinasi yang sesuai dengan karakteristik air limbah domestik Perumahan Lam Trieng Madani.

Berdasarkan tujuan tersebut salah satu teknologi yang cukup efektif dalam mengolah air limbah domestik yaitu *constructed wetland* (CW). CW merupakan cekungan dangkal yang diisi dengan substrat seperti kerikil atau pasir, dan ditanami dengan vegetasi yang toleran terhadap kondisi jenuh. Air limbah yang dimasukkan ke dalam cekungan mengalir di atas permukaan atau melewati substrat. Sistem CW dirancang khusus untuk pengolahan air limbah, sehingga sistem CW biasanya bekerja lebih efisien

daripada lahan basah alami (Sudarsan dkk. 2015).

CW diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu *free water surface* (FWS) dan *subsurface flow* (SSF). FWSCW atau CW aliran permukaan air bebas merupakan CW dengan aliran di atas permukaan media (Zidan & Mohammed, 2018). Adapun SSFCW atau CW aliran bawah permukaan merupakan CW dengan aliran air berada di bawah atau melalui media dengan penghalang rembesan alami atau buatan pada struktur saluran masuk dan keluar. SSFCW memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan FWSCW yaitu dapat mengurangi adanya risiko bau yang ditimbulkan air limbah dan mengurangi timbulnya serangga kecil sebagai vektor penyakit (Perdana dkk. 2018).

CW memiliki kekurangan yaitu rentan mengalami penyumbatan sehingga diperlukan teknologi lain yang dapat mengurangi peluang terjadinya penyumbatan seperti penambahan bak ekualisasi dan bak sedimentasi sebelum unit CW. Bak ekualisasi memiliki fungsi dalam menyeragamkan debit dan konsentrasi air limbah agar menjadi konstan sehingga tidak menyebabkan *shock loading* (Sari dkk. 2022). Adapun bak sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel yang tersuspensi agar beban air limbah domestik yang akan diolah menuju pengolahan selanjutnya menjadi berkurang (Prihatini dkk. 2022).

Persentase penyisihan masing-masing unit pengolahan untuk bak ekualisasi dapat menyisihkan BOD sebesar 40% (Sandra, 2022). Bak sedimentasi dapat menyisihkan BOD sebesar 32%, COD 38%, TSS 60% dalam HRT 2,1 jam (KemenPUPR, 2018). Adapun SSFCW memiliki efisiensi penyisihan TSS hingga 97% (Rahmawati dkk., 2022). Menurunkan minyak dan lemak sebesar 84,2%, BOD 59,0-93,3%, COD 50,7-95,2%, dan nitrat 85,4% (Loshinta dkk. 2020).

SSFCW yang direncanakan menggunakan tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus* L) yang ditemukan di

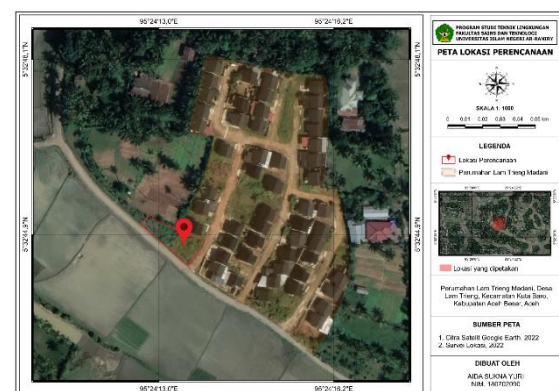
lokasi perencanaan. Pemilihan tanaman dapat disesuaikan, tanaman yang ditemukan pada lokasi perencanaan mudah untuk beradaptasi dengan lingkungannya, sehingga tidak perlu penyesuaian dengan lingkungan baru yang dapat mengecilkan peluang tanaman untuk tumbuh. Pemilihan tanaman tentunya juga memperhatikan efektivitas yang baik dalam menyisihkan polutan.

Rumput teki merupakan gulma yang mudah tumbuh di mana saja dan mudah dalam perawatannya (Erwin dkk. 2017). Rumput teki dapat menurunkan kandungan non logam atau bahan organik yang cukup tinggi, dengan laju penyerapan amonia pada horizontal SSFCW sebesar 99,13%, TSS sebesar 96,49%, dan BOD sebesar 93,17% (Oktavia dkk. 2021).

METODE

Profil Wilayah Perencanaan

Lokasi perencanaan berada di Perumahan Lam Trieng Madani terletak di Desa Lam Trieng, Kecamatan Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Perumahan Lam Trieng Madani terdiri dari 65 unit rumah yang merupakan rumah berlantai satu tipe 36. Kondisi wilayah sedikit berbukit dengan elevasi tanah berkisar 8-14 m.



Gambar 1. Peta Lokasi Perencanaan
(Sumber: Citra Satelit dan Survei Lokasi, 2022)

Pendekatan Pengumpulan Data

Beberapa pendekatan yang dilakukan dalam pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pendekatan Pengumpulan Data

No.	Data	Sumber	Metode
1	Karakteristik air limbah domestik	Hasil uji laboratorium	Pengambilan sampel di lokasi, uji lab, mengambil nilai rata-rata sampel pada setiap parameter
2	Kondisi Lahan pada Lokasi Perencanaan	Survei lokasi dan <i>Software Google Earth</i>	Pengukuran lahan melalui aplikasi dan pengamatan lokasi secara langsung
3	Baku mutu air limbah domestik	PerMenLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik	Penelusuran internet
4	Literatur perencanaan	Buku KemenPUPR dan penelitian terdahulu	Penelusuran internet

(Sumber: Analisis, 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Domestik

Sampel diambil dari 3 cubluk yang ada pada rumah warga yang dianggap dapat mewakili karakteristik air limbah domestik perumahan Lam Trieng Madani. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian. Hasil uji sampel dari laboratorium diambil nilai rata-rata pada tiap parameter sehingga didapatkan nilai pada tiap parameter pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Sampel Rata-Rata

Parameter	Hasil Uji Rata-Rata	Satuan	Kadar Maks	Ket.
pH	7,72	-	6-9	Sesuai baku mutu
TSS	46	mg/L	30	Melebihi baku mutu
BOD	15	mg/L	30	Sesuai baku mutu
COD	42	mg/L	100	Sesuai baku mutu
Amonia	3,87	mg/L	10	Sesuai baku mutu
<i>Total coliform</i>	53333	Jumlah/100mL	3000	Melebihi baku mutu

(Sumber: Analisis, 2023)

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil uji parameter TSS dan *total coliform* yang melebihi kadar maksimum air limbah domestik berdasarkan PerMenLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik maka pengolahan air limbah domestik menggunakan CW kombinasi diperlukan untuk menurunkan nilai parameter, sehingga aman apabila dilepaskan ke lingkungan.

Perhitungan Jumlah Penduduk

Perhitungan jumlah penduduk menggunakan asumsi pada setiap KK terdiri dari 5 jiwa yang dikalikan dengan jumlah rumah yang terdapat di Perumahan Lam Trieng Madani. Asumsi ini berdasarkan tipe rumah di Perumahan Lam Trieng Madani yaitu tipe 36 yang dapat dihuni oleh 2 sampai 5 jiwa. Perhitungan jumlah penduduk menggunakan persamaan berikut ini.

Jumlah penduduk
= Asumsi jumlah jiwa per KK × Jumlah unit rumah

Perhitungan Debit Air Limbah

Perhitungan debit air limbah menggunakan hasil perhitungan jumlah

penduduk yang didapatkan kemudian dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih untuk kategori desa yaitu 60 liter/jiwa/hari.

$$Q_{\text{air bersih}} = \text{Jumlah penduduk} \times Q_{\text{air bersih}}$$

Perhitungan debit air limbah menggunakan pendekatan populasi dengan persentase air limbah domestik yaitu sebesar 80% dari kebutuhan air bersih.

$$Q_{\text{air limbah}} = (60-80\%) \times Q_{\text{air bersih}}$$

Hasil rekap perhitungan debit air limbah disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Rekap Hasil Perhitungan Debit

Jenis Debit	Hasil (liter/hari)	Hasil (m ³ /hari)
Debit air bersih	19500	19,5
Debit air limbah	15600	15,6
Debit air limbah waktu puncak	63336	63,336

(Sumber: Analisis, 2023)

Perhitungan Dimensi IPALD CW Kombinasi

1. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi yang direncanakan terdiri dari 1 bak dan tidak membutuhkan pengaduk, dikarenakan konsentrasi padatan tersuspensi pada air limbah domestik perumahan Lam Trieng Madani tidak ≥ 210 mg/L. Kriteria desain yang direncanakan yaitu untuk kedalaman air minimum 2 m, rasio panjang: lebar 3:1, tinggi *freeboard* 0,3 m, dan HRT 25 menit atau sekitar 0,417 jam. *Hydraulic retention time* (HRT) pada bak ekualisasi sebaiknya tidak lebih dari 30 menit untuk mengurangi terjadinya pengendapan. Adapun persamaan yang digunakan dalam perencanaan ini sebagai berikut (Sandra, 2022).

- Volume bak ekualisasi

$$V = \frac{\text{HRT}}{24 \text{ Jam}} \times Q \quad (1)$$

- Luas area

$$A_{\text{ef}} = \frac{V}{h} \quad (2)$$

- Volume cek

$$= \frac{V_{\text{ef}}}{Q} \times 24 \text{ Jam} \quad (3)$$

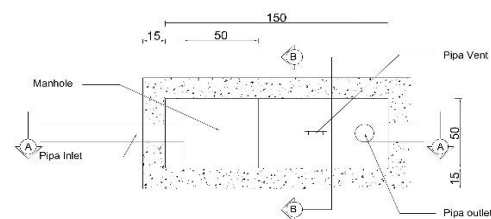
- Ketinggian total bak

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{air}} + F_b \quad (4)$$

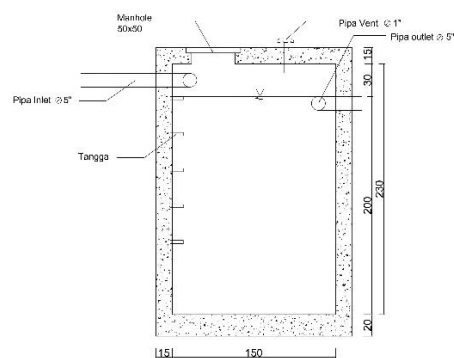
- Beban permukaan (*surface loading*)

$$SL = \frac{Q}{P \times L} \quad (5)$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan volume unit bak ekualisasi 1,1 m³/jam dengan panjang bak 1,5 m, lebar bak 0,5 m, kedalaman bak 2 m, kedalaman total bak 2,3 m, dengan luas lahan yang dibutuhkan yaitu 0,75 m². Gambar desain dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



DENAH BAK EKUALISASI
Skala 1:100



POTONGAN A-A BAK EKUALISASI
Skala 1:100

Gambar 2. Denah dan Potongan Bak Ekualisasi

(Sumber: Analisis, 2023)

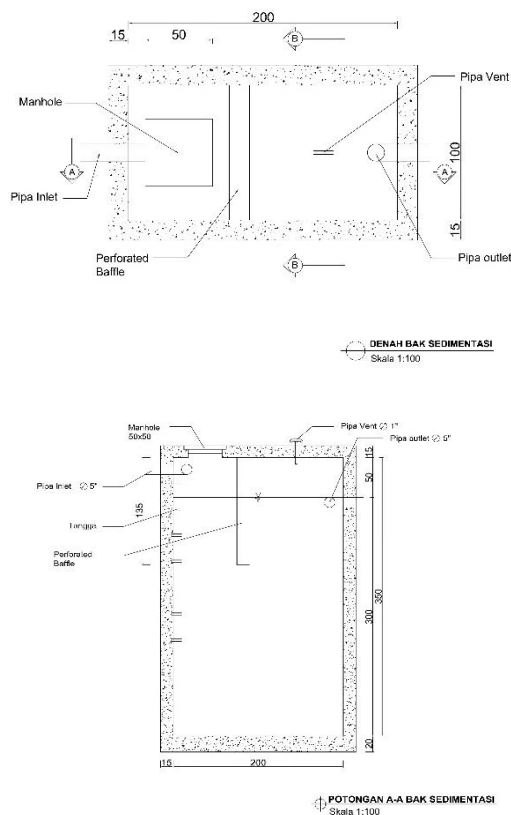
2. Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi yang direncanakan terdiri dari 1 bak berbentuk persegi

panjang dengan arah aliran horizontal dengan kriteria desain untuk kedalaman bak 3 m, rasio panjang: lebar 2:1, beban permukaan $35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$, tinggi *freeboard* = 0,5 m, dan HRT 2 jam $\approx 0,08$ hari. Adapun persamaan yang digunakan dalam perencanaan ini sebagai berikut (Pratama, 2022).

- Volume bak sedimentasi
 $V = Q \times \text{HRT}$
- Kesesuaian HRT
 $\text{HRT} = \frac{V}{Q}$
- Produksi lumpur
= Konsentrasi TSS $\times Q_{\text{Air limbah}} \times \text{Efisiensi penyisihan TSS}$

Perhitungan luas area dan ketinggian total bak menggunakan persamaan 2 dan 4. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan volume bak $5,1 \text{ m}^3$, panjang bak 2 m, lebar bak 1 m, kedalaman bak 3 m kedalaman total bak 3,5 m, dengan luas lahan yang dibutuhkan 2 m^2 . Gambar desain dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Denah dan Potongan Bak Sedimentasi
(Sumber: Analisis, 2023)

3. CW

CW merupakan alternatif pengolahan air limbah domestik yang cukup kompleks dengan proses pengolahan berupa filtrasi, sedimentasi, biologis dan sebagainya. CW yang direncanakan pada perencanaan ini berjumlah 1 kolam, CW tipe SSF dengan arah aliran mengalir secara horizontal di bawah media.

Dasar CW merupakan lapisan tanah liat dengan permeabilitas $K = 10^{-6} \text{ cm/s}$, tinggi *freeboard* 30 cm, kedalaman kolam 0,9 m dan kedalaman air limbah 75 cm $\approx 0,75$ m. Adapun material filter yang digunakan berupa gravel halus $\text{Ø}12\text{-}20$, gravel kasar $\text{Ø}20\text{-}40 \text{ mm}$. Laju beban BOD maksimum yaitu 100 kg/ha.hari , rasio panjang: lebar 4:1, dengan kedalaman air rata-rata 0,15 m dan suhu air limbah 29°C . Adapun persamaan yang digunakan dalam perencanaan ini sebagai berikut (KemenPUPR, 2018).

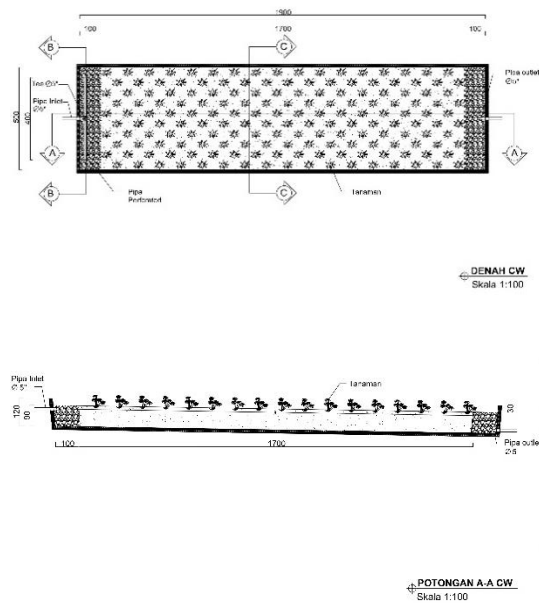
- Laju konstanta penyisihan
 $K_T = K_R \theta_R^{(T_A - T_R)}$
- Luas permukaan yang dibutuhkan
 $A_{CW} = \frac{Q(\ln C_0 - \ln C_e)}{K_T \gamma \epsilon}$
- Kesesuaian waktu retensi hidraulik (HRT)
 $= \frac{\text{Luas permukaan kolam} \times \text{Kedalaman kolam} \times \text{Porositas media}}{\text{Debit rerata influen}}$
- Kesesuaian laju beban hidraulik (HLR)
 $= \frac{\text{Debit rerata influen}}{\text{Luas permukaan kolam}}$

Perhitungan kebutuhan tanaman pada CW menggunakan persamaan sebagai berikut.

Kebutuhan tanaman
= Luas media tanam \times Kerapatan tanaman

Sehingga didapatkan kebutuhan tanaman yaitu 169 tanaman. Berdasarkan hasil perhitungan dimensi CW didapatkan panjang CW 19 m, lebar 5 m, kedalaman 0,9 m, kedalaman total 1,2 m dan luas lahan CW yang dibutuhkan yaitu 95 m^2 .

Gambar desain dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Denah dan Potongan CW
(Sumber: Analisis, 2023)

Perhitungan persentase penyisihan polutan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{TSS efluen} = C_i (0,1058 + 0,0011 \text{ HLR})$$

Efisiensi penyisihan TSS

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Konsentrasi influen} - \text{Konsentrasi efluen}}{\text{Konsentrasi influen}} \times 100\% \\ &= \frac{46 \text{ mg/L} - 4,9 \text{ mg/L}}{46 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 89\% \end{aligned}$$

$$\text{Total coliform efluen} = \frac{C_i}{[1 + (\text{HRT} \times K_T)]^n}$$

Efisiensi penyisihan *total coliform*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Konsentrasi influen} - \text{Konsentrasi efluen}}{\text{Konsentrasi influen}} \times 100\% \\ &= \frac{53333 \text{ Jumlah}/100 \text{ mL} - 27633,7 \text{ Jumlah}/100 \text{ mL}}{53333 \text{ Jumlah}/100 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 48\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, perencanaan ini telah dapat menyisihkan parameter TSS sesuai baku mutu dengan persentase penyisihan mencapai 89%. Adapun untuk parameter *total coliform* dengan persentase penyisihan 48% belum dapat memenuhi baku mutu. Kadar parameter *total coliform* yang sangat tinggi memerlukan HRT yang lebih lama lagi sekitar 10 hari untuk memenuhi baku mutu. Namun, HRT berbanding lurus dengan luas lahan. Semakin lama HRT maka semakin luas juga lahan yang dibutuhkan. HRT 10 hari membutuhkan luas lahan yang sangat luas yaitu 1759,3 m². Maka dari itu diusulkan adanya alternatif lain seperti bak disinfeksi yang cukup efektif dalam menyisihkan *total coliform* dengan penambahan kaporit yang dapat menurunkan kadar *total coliform* pada air limbah domestik hingga 99,85% (Putra, 2022).

KESIMPULAN

Debit puncak air limbah domestik pada Perumahan Lam Trieng Madani yaitu 63,336 m³/hari. Kualitas air limbah domestik dari hasil uji sampel rata-rata untuk parameter pH 7,72, TSS 46 mg/L, BOD 15 mg/L, COD 42 mg/L, amonia 3,87 mg/L, dan *total coliform* 53333 jumlah/100mL. Terdapat 2 parameter yang melebihi baku mutu yaitu TSS dan *total coliform*. Berdasarkan hasil perhitungan, persentase penyisihan TSS mencapai 89% dan *total coliform* 48%.

Dimensi IPALD dengan teknologi CW Kombinasi didapatkan untuk bak ekualisasi 1,5 m x 0,5 m x 2,3 m dengan lahan yang dibutuhkan 0,75 m², bak sedimentasi dengan dimensi 2 m x 1 m x 3,5 m lahan yang dibutuhkan 2 m² dan dimensi SSFCW 19 m x 5 m x 1,2 m dengan lahan yang dibutuhkan 95 m². Total keseluruhan lahan yang dibutuhkan dalam perencanaan ini yaitu seluas 97,75 m².

DAFTAR RUJUKAN

- Duma, A. T., Isri, R. M., & Roski, R. I. L. (2022). Evaluasi Kinerja dan Operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kelurahan Girian Indah Kecamatan Girian Kota Bitung. *Jurnal Tekno*, 20(82), 797-808.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/view/44845>
- Erwin, P. E., Tri, J., & Hanan, L. D. (2017). Efektifitas *Constructed Wetlands* Tipe *Subsurface Flow System* Dengan Menggunakan Tanaman *Cyperus rotundus* untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD Pada Limbah Cair *Laundry*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 444-449.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/15794/15268>
- Kataki, S., Soumya, C., Mohan, G. V., Sanjai, K. D., & Dharmendra, K. G. (2021). Constructed Wetland, an Eco-Technology for Wastewater Treatment: a Review on Types of Wastewater Treated and Components of The Technology (Macrophyte, Biofilm and Substrate). *Elsevier: Journal of Environmental Management*, 283 (111986), 1-31.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.111986>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *BUKU A : Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja*. Jakarta: Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan Permukiman.
<https://www.slideshare.net/lestariac hmawati5/pedoman-perencanaan-teknik-terinci-iplt-buku-a>
- Kholif, M. A. (2020). *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.
https://www.google.co.id/books/edition/PENGELOLAAN_AIR_LIMBAH_DOMESTIK/_nb2DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Pengelolaan+Air+Limbah+Domestik.+Surabaya:+Scopindo+Media+Pustaka.&pg=PR2&printsec=frontcover
- Loshinta, M., Haryati, B. S., & Guruh, P. (2020). Pengaruh Kedalaman Rhizofe Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*. *Jurnal Jistin*, 4(2),70-76.
<https://doi.org/10.32524/saintek.v4i2.157>
- Oktavia, L., Catur, L. W., & Muchammad, T. (2021). Pengaruh Kombinasi Media Tanah dan Pasir Terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Domestik Rumah Makan Menggunakan Tumbuhan *Cyprus*. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, 8(1), 52-58.
https://www.academia.edu/85451396/Pengaruh_Kombinasi_Media_Tanah_dan_Pasir_Terhadap_Penurunan_Kadar_BOD_dan_COD_pada_Limbah_Domestik_Rumah_Makan_Menggunakan_Tumbuhan_Cyprus
- Pemerintah Republik Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.

- <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/5/170314114854P.68%20BAKU%20MUTU%20LIMBAH%20DOMESTIK.pdf>
- Perdana, M. C., Sutanto, H. B., & Prihatmo, G. (2018). Vertical Subsurface Flow (VSSF) Constructed Wetland for Domestic Wastewater Treatment. *Journal IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 148 (012025), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/148/1/012025>
- Pokja Sanitasi Kabupaten Aceh Besar. (2020). *NAWASIS Pemutakhiran SSK Kab. Aceh Besar Tahun 2015-2019*. Aceh Besar. <https://www.nawasis.org/portal/download/digilib/679-pemutakhiran-ssk-kab-aceh-besar-2015-2019-pdf.pdf>
- Pratama, H. A., (2022). "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Yayasan Pondok Pesantren Al-Jaly Kabupaten Bangkalan," Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, <http://digilib.uinsby.ac.id/52101/>
- Prihatini, N. S., Nanang, S. A., Indah, N., Rijali, N., & Badaruddin, M. (2022). Perancangan Bangunan Pengolahan *Grey Water* Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (LBB-AHBP) Skala Kelurahan. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(1), 1-14. <http://jurnal.unmabanten.ac.id/index.php/jppm/article/download/4/24/>
- Putra, O. S. H., (2022). "Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Tirto Mili, Yogyakarta," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
- <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/42713>
- Rahmawati, A., Eko, N., Ginanjar, N.S., & M. Iqbal, S. (2022). Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan Dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman *Cyperus papyrus*. *Jurnal Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(2), 164-168. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v14i2.231>
- Sandra, K. F., "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Wisata Taman Ghanjaran, Trawas, Mojokerto," Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, 2022. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/52227>
- Sari, P. A., Nisa, N., & Elis, S. 2022. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Teknologi *Anaerobic Filter* di Pondok Pesantren Ro'iyatul Mujahidin Kecamatan Sukatani Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 9(1),11-25. <https://www.jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/jtpl/article/view/1143/738>
- Sudarsan, J. S., Reenu, L. R., G. Baskar., V. T. Deeptha., & S. Nithiyantham. (2015). Domestic Wastewater Treatment Performance Using Constructed Wetland. *Springer: Journal Sustain. Water Resour. Manag*, 1, 89–96. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0008-5>

Uyun, Q., Eka, W., & Nico, H. (2019). Pemilihan Jenis Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kecamatan Bekasi Selatan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3(2), 157-168. <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i2.3148>

Wetlands Case Study and Modeling. Waretown, Nj, USA: Apple Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1201/9781315365893>

Zidan, A. R. A., & Mohammed, A. A. H. (2018). *Constructed Subsurface*