

STUDI PERENCANAAN KOLAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI PERUMAHAN PODO RUKUN BATU

Atras Gaumal Firdaus.¹⁾, Azizah Rokhmawati²⁾, Anita Rahmawati³⁾

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: atrasgaumal@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Meningkatnya arus pembangunan di kota-kota besar berdampak signifikan terhadap pertumbuhan penduduk. Salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk ini adalah meningkatnya jumlah air limbah domestik. Pada peraturan Permen LHK no. 68 Tahun 2016 dijelaskan air limbah buangan yang berasal dari setiap bangunan baik rumah tinggal maupun non-rumah tinggal wajib untuk dikelola terlebih dahulu sebelum dibuang langsung menuju saluran umum atau drainase kota. Walaupun sudah ada kebijakan tersebut namun tidak dilakukan secara maksimal. Terdapat beberapa opsi dalam pengolahan limbah rumah tinggal, salah satunya dengan perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk limbah domestik dalam satu wilayah padat penduduk guna mengurangi pencemaran lingkungan karena kawasan padat penduduk cenderung tidak memiliki lahan untuk pembuatan pengolahan limbah komunal. Hasil perencanaan instalasi pengolahan air limbah domestik di Perumahan Podo Rukun Eksekutif adalah menentukan debit air limbah berdasarkan hasil survey yakni 88 L/orang/hari dan kualitas influen air limbah domestik yang diolah adalah BOD 58,10 mg/L, COD 199 mg/L, TSS 16,6 mg/L dengan kapasitas pengolahan untuk 123 KK. dengan efisiensi BOD; 86% (8,134 mg/l), COD; 84% (31,84 mg/l), TSS; 90% (1,66 mg/l) dan telah memenuhi Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 tentang baku mutu air limbah domestik. Instalasi pengolahan air limbah domestik yang direncanakan di Perumahan Podo Rukun Eksekutif Kecamatan Junrejo, yakni *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Perencanaan ABR didasarkan pada kebutuhan lahan, pembangunan, pengoprasian, perawatan, dan biaya investasi..

Kata Kunci: air limbah domestik, *anaerobic baffled reactor*, instalasi pengolahan air limbah, perumahan podo rukun eksekutif

ABSTRACT

*The increasing flow of development in big cities has a significant impact on population growth. One of the impacts of this population growth is the increase in the amount of domestic wastewater. In the Regulation of the Minister of Environment and Forestry no. 68 of 2016 explains that waste water from every building, both residential and non-residential, must be managed first before being discharged directly into public channels or city drainage. Although the policy already exists, it is not carried out optimally. There are several options in the treatment of residential waste, one of which is by planning a wastewater treatment plant (WWTP) for domestic waste in a densely populated area to reduce environmental pollution because densely populated areas tend not to have land for the manufacture of communal waste treatment. The results of the planning for the domestic wastewater treatment plant at the Podo Rukun Executive Housing are to determine the wastewater discharge based on the survey results, which is 88 L/person/day and the influent quality of the treated domestic wastewater is BOD 58.10 mg/L, COD 199 mg/L, TSS 16.6 mg/L with processing capacity for 123 families. with BOD efficiency; 86% (8.134 mg/l), COD; 84% (31.84 mg/l), TSS; 90% (1.66 mg/l) and has complied with East Java Governor Regulation No. 72 of 2013 concerning domestic wastewater quality standards. The planned domestic wastewater treatment installation at the Podo Rukun Executive Housing, Junrejo District, is the *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). ABR planning is based on land requirements, development, operation, maintenance, and investment costs.*

Keywords: domestic wastewater, *anaerobic baffled reactor*, wastewater treatment plant, podo rukun executive housing.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada pembangunan perumahan terdapat permasalahan yang tak boleh luput dalam pengawasan, yaitu banyak saluran pembuangan yang tidak direncanakan dengan baik dan benar, serta bau

yang muncul untuk pertama kalinya dalam waktu yang lama, menjadikannya tempat berkembang biaknya penyakit (Ferdiyan, F., dkk., 2021). Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan menyebabkan berkembangnya perumahan dan fasilitas penunjang kehidupan, sehingga daerah terbuka akan berkurang dan daerah tertutup/kepad air akan bertambah (Rokhmawati, A., 2010). Perumahan Podo Rukun Eksekutif yang masih menerapkan pembuangan limbah *greywater* yang langsung disalurkan ke arah sungai, pembangunan unit pengolahan air limbah perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kandungan air limbah yang dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Berapakah besar debit air limbah domestik yang terdapat pada perumahan Podo Rukun Eksekutif?
2. Bagaimana pengolahan air limbah *greywater* menggunakan metode *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) pada perumahan Podo Rukun Eksekutif?
3. Bagaimana dimensi desain perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada perumahan Podo Rukun Eksekutif?

TINJAUAN PUSTAKA

Air Limbah Domestik

Pencemaran limbah cair adalah perbuatan fisik air secara langsung atau tidak langsung yang dapat membahayakan dan menimbulkan penyakit, atau mengganggu kelangsungan hidup bagi makhluk hidup. Sementara itu, kualitas air merupakan salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia (Rahmawati, A., & Warsito, 2020).

Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar organisme, zat atau komponen energi yang ada dalam air dan bahan pencemar yang diterima.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik Pemukiman

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK Volume Limbah Cair Maximum 120 L/(orang.hari)	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD ₅	30
COD	50
TSS	30
Minyak dan Lemah	10
pH	6 – 9

Sumber : (Anonim, 2013).

Debit Air Limbah Rata-Rata

Menurut (Pinanggih, R. B. J., 2020) air limbah domestik yang dihasilkan adalah 60%-80% dari jumlah air bersih yang digunakan. Untuk menghitung total rata-rata debit air limbah dapat dilihat sebagai berikut;

$$Q_{\text{ave air minum}} = \text{Kebutuhan air bersih per orang} \times \text{Jumlah orang}$$

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

Dimana :

$$Q_{\text{ave air limbah}} = \text{debit air limbah (lt/hari)}$$

$$Q_{\text{ave air minum}} = \text{debit air minum (lt/hari)}$$

Perencanaan IPAL Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) adalah teknologi tangki septik yang lebih maju. ABR cocok diterapkan di lingkungan kecil dan juga bisa mengolah banyak jenis air limbah menggunakan konsentrasi BOD >150 mg/L.

Kriteria desain Anaerobic Baffled Reactor (ABR) menurut (Sasse, L., 1998) ialah sebagai berikut:

- Beban organik = < 3,0 kg COD/m³.hari
- Kecepatan alir V_{upflow} = < 2,0 m/jam
- Panjang kompartemen = 50% - 60% ketinggian ABR
- Removal BOD = 70% - 95%
- Removal COD = 65% - 90%
- Hydraulic Retention Time (HRT) = > 8 jam

Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk akan mempengaruhi penggunaan air bersih di masa yang akan datang. Jumlah air bersih yang digunakan menentukan kualitas debit air limbah yang mengalir dari saluran instalasi.

• Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode geometrik mengasumsikan bahwa jumlah penduduk akan tumbuh secara geometrik menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk (Handiyatmo, D., dkk., 2010). Perhitungan yang digunakan pada metode geometrik adalah:

$$P_t = P_0(1 + r)^t \text{ dengan } r = \left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Dimana:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

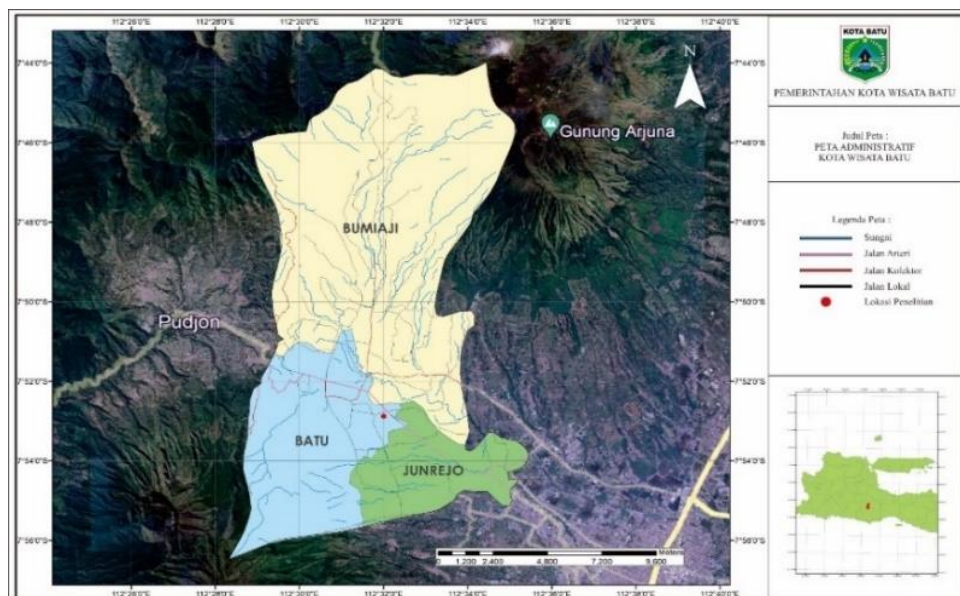
r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antar tahun ke dasar dan tahun t (dalam tahun)

METODELOGI PENELITIAN

Lokasi Studi

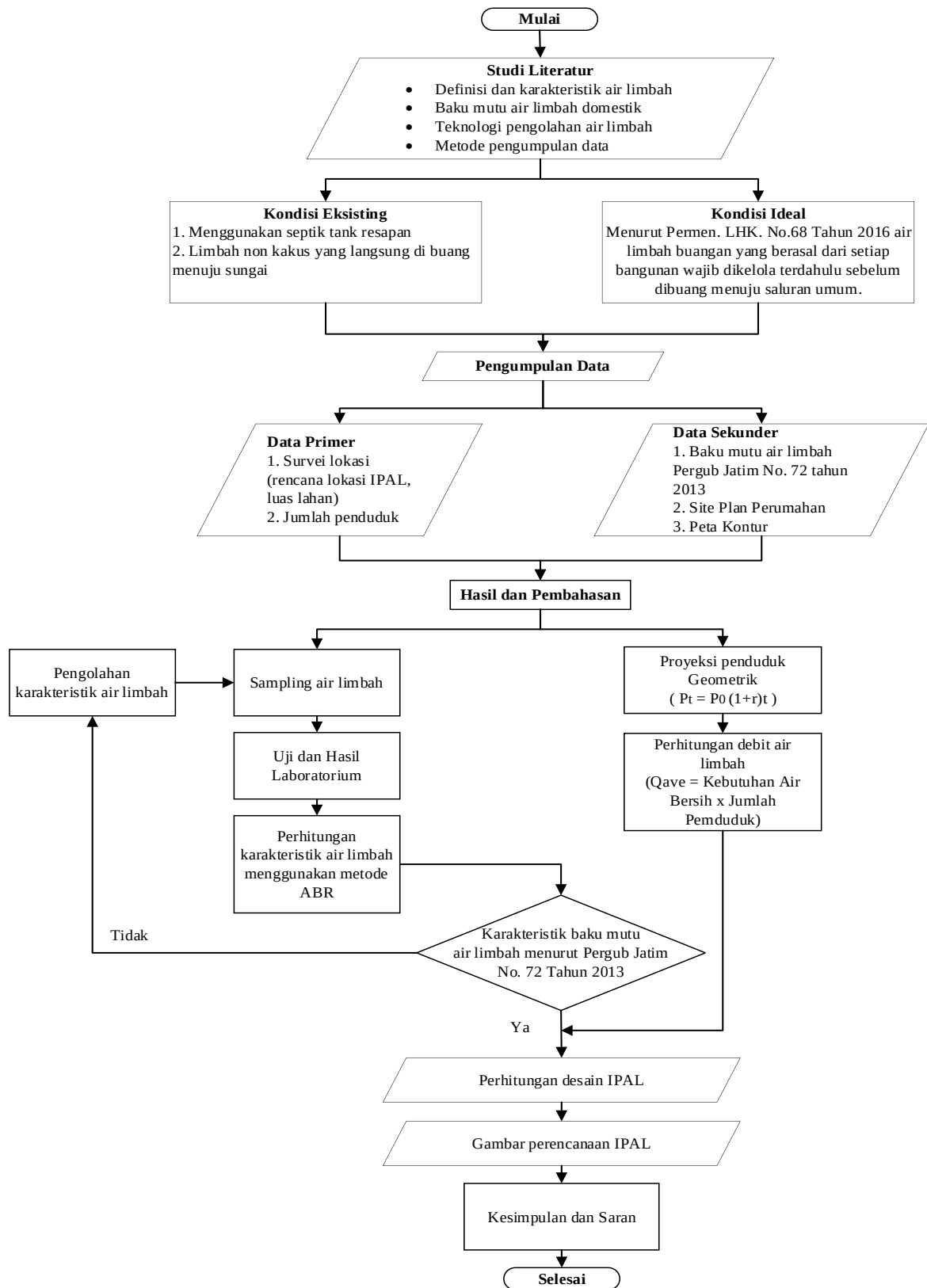
Studi perencanaan di Perumahan Podo Rukun Eksekutif yang berada di jalan Mojoasri, Mojorejo Kecamatan Junrejo, Kota Batu.



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Batu

Sumber: PPID Kota Batu, (2022)

Bagan Alir



Gambar 3. Bagan alir
Sumber: Studi Perencanaan, 2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Penduduk

Tabel 2. Jumlah penduduk.

Type rumah	Jumlah x total unit	Total penduduk
36	5 x 28	140
45	5 x 14	70
60	5 x 68	340
80	5 x 13	65
Total		615

Sumber: Hasil Perhitungan

Didalam Kota Batu Dalam Angka 2021 disebutkan bahwa pertumbuhan penduduk 2010-2020 mengalami pertumbuhan penduduk sebesar 1,14 persen.

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_0(1 + r)^t \\
 &= 615(1 + 1,14\%)^{10} \\
 &= 688 \text{ jiwa} / 123 \text{ KK pada tahun 2032}
 \end{aligned}$$

Debit Air Limbah Rata-Rata

Kota Batu termasuk wilayah kota sedang dengan < 500.000 jiwa. Sehingga kebutuhan air bersih kota sedang 110 L/orang/hari. Dan 80% penggunaan air bersih akan menjadi limbah domestik. Pada perumahan Podo Rukun Eksekutif Batu dengan asumsi jumlah penduduk 615 jiwa didapatkan total rata-rata debit air limbah yang telah dihitung adalah 54,12 m³/hari.

Perhitungan Unit Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Diketahui :

$$Q_{ave} = 54,12 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kualitas air limbah merujuk pada penelitian terdahulu yang berlokasi di Tlogomas, hal ini dilakukan karena dengan asumsi kualitas air limbah yang sama.

Tabel 3. Kualitas Air Limbah.

Parameter	Satuan	Konsentrasi
BOD	mg/l	128
COD	mg/l	224
TSS	mg/l	170

Sumber: (Maziya, F. B., 2016).

Direncanakan:

Temperatur pengolahan	= 26°C	Td bak pengendap	= 3 jam
Pengurasan lumpur	= 24 bulan	Velocity Upflow	= 1,5 jam
Freeboard	= 0,3 meter	Jumlah kompartemen	= 6 buah
Rasio SS/COD	= 0,42	Kedalaman	= 2 meter

Pengolahan ABR dilakukan pengaliran selama 24 jam.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ per jam} &= \frac{Q_{ave}}{\text{waktu pengaliran}} = \frac{54,12 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}} \\
 &= 2,26 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Volume Bak Pengendap

Pada bak pengendap ini akan terjadi pengendapan partikel diskrit yang nantinya akan menjadi lumpur dengan laju akumulasi tertentu.

1. Menghitung volume air

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air} &= Q/\text{jam} \times Td \text{ bak pengendap} \\
 &= 2,26 \text{ m}^3 \times 3 \text{ jam} \\
 &= 6,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Dimensi bak pengendap

Dimensi = laju akumulasi lumpur x $\frac{\text{BOD in}-\text{BOD eff}}{1000}$ x waktu penyimpanan x Q x 30 hari/bulan

$$= 0,00335 \frac{1}{g} \times \frac{128 \frac{mg}{l} - 90 \frac{mg}{l}}{1000} \times 24(\text{bulan}) \times 54,12 \text{ m}^3 \times 30 \text{ hari/bulan}$$

$$= 4,96 \text{ m}^3$$

3. Menghitung bak pengendap

$$\begin{aligned} \text{Bak pengendap} &= \text{dimensi bak pengendap} + \text{vol. air} \\ &= 4,96 \text{ m}^3 + 6,8 \text{ m}^3 \\ &= 11,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Menghitung panjang bak pengendap

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Vol. bak pengendap}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} \\ &= \frac{11,76 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\ &= 2,94 \text{ m} \rightarrow 3 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Menghitung kecepatan air bak pengendap

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{debit air limbah}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \\ &= \frac{2,26 \text{ m}^3/\text{jam}}{3 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\ &= 0,38 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

6. Cek luas permukaan bak pengendap

$$\begin{aligned} \text{Cek luas permukaan} &= \text{lebar bak pengendap} \times \text{panjang} \\ &= 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Dimensi dan Jumlah Kompartemen

Jumlah kompartemen yang direncanakan 6 buah dengan kedalaman kompartemen 2 meter, Panjang kompartemen diusahakan tidak lebih dari 60% dari kedalaman.

1. Menghitung Panjang kompartemen

$$\begin{aligned} \text{Panjang kompartemen} &= 60\% \times \text{kedalaman kompartemen} \\ &= 60\% \times 2 \text{ m} \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Menghitung luas kompartemen

$$\begin{aligned} \text{Luas kompartemen} &= Q \text{ per jam} / V_{up} \\ &= 2,26 \text{ m}^3/\text{jam} / 1,5 \text{ m/jam} \\ &= 1,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Menghitung lebar kompartemen

$$\begin{aligned} \text{Lebar kompartemen} &= \text{Luas komp.} / \text{Panjang komp.} \\ &= 1,5 \text{ m}^2 / 1,2 \text{ m} \\ &= 1,25 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ m.} \end{aligned}$$

4. Cek kecepatan V_{up} flow

$$\begin{aligned} \text{Cek } V_{up} &= \text{debit air limbah (m}^3/\text{jam)} / (\text{panjang kompartemen} \times \text{lebar kompartemen}) \\ &= 2,26 \text{ m}^3/\text{jam} / 1,2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 0,96 \text{ m/jam (memenuhi } < 2 \text{ m/jam)} \end{aligned}$$

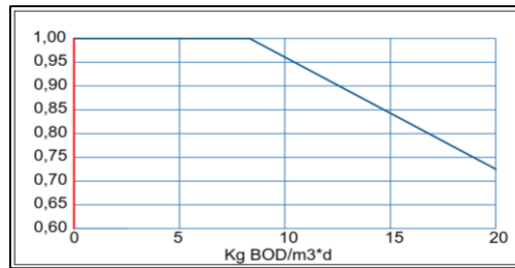
5. Menghitung Volume ABR

$$\begin{aligned} \text{Volume ABR} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 1,2 \times 6 \text{ komp.} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 29 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

6. Cek HRT ≥ 8 jam

$$\begin{aligned} &= \text{volume ABR} / Q \\ &= 29 \text{ m}^3 / 2,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 12,8 \text{ jam} = 12 \text{ jam } 48 \text{ menit (memenuhi HRT } \geq 8 \text{ jam)} \end{aligned}$$

Menghitung Efisiensi Removal COD, BOD, TSS



Gambar 4. Efek OLR pada removal BOD

Sumber: (Gutterer, B., dkk., 2009)

1. Faktor OLR = $Q \times \text{BOD effluen} / \text{Volume kompartemen}$

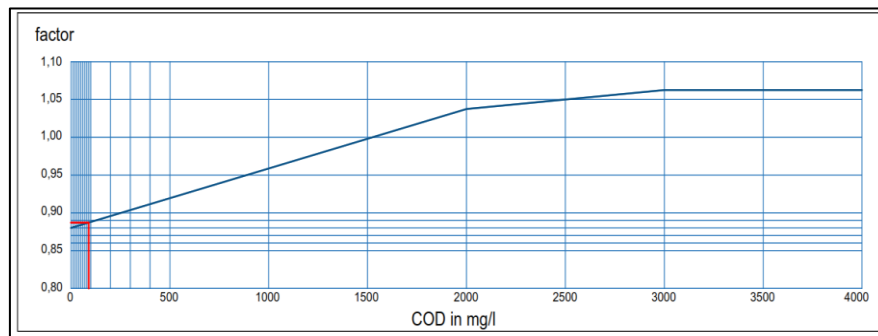
$$= \frac{54,12 \text{ m}^3 \times 90 \text{ mg/l}}{1,2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 6}$$

$$= 0,016 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Faktor *overload*, disebut juga dengan faktor *organic loading* terhadap removal BOD. Dapat dilihat pada grafik gambar 4. Sehingga diketahui nilai faktor OLR adalah 1.

2. Faktor Strenght

Faktor strength terhadap removal BOD yang bisa dilihat pada grafik Gambar 5. Konsentrasi COD yang memasuki ke dalam IPAL ABR adalah 90 mg/l. Sehingga faktor strength didapatkan nilai 0,89.



Gambar 5. Hubungan removal BOD dengan kualitas limbah pada ABR

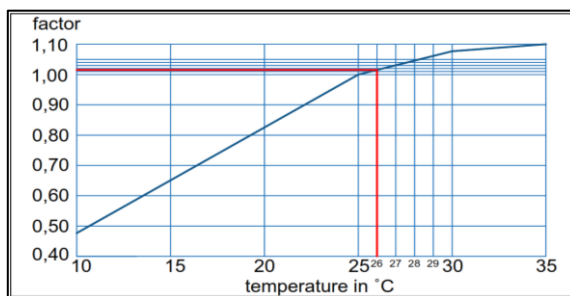
Sumber: (Gutterer, B., dkk., 2009)

3. Faktor suhu

Suhu merupakan faktor yang menentukan efisiensi removal suatu unit ABR. Faktor koefisien suhu diperoleh dari gambar pada Gambar 6. Ini adalah suhu yang didapat dengan nilai 1,03.

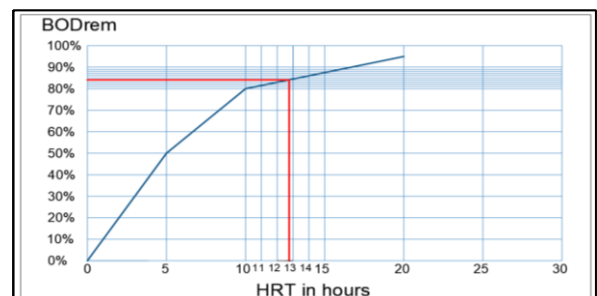
4. Faktor HRT

Faktor HRT didasarkan pada waktu tinggal air limbah di ABR dan diatur selama 12 jam 48 menit. Faktor koefisien HRT keluar dengan nilai 0,84. Ini bisa dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Pengaruh Suhu pada Removal

Sumber: (Gutterer, B., dkk., 2009)

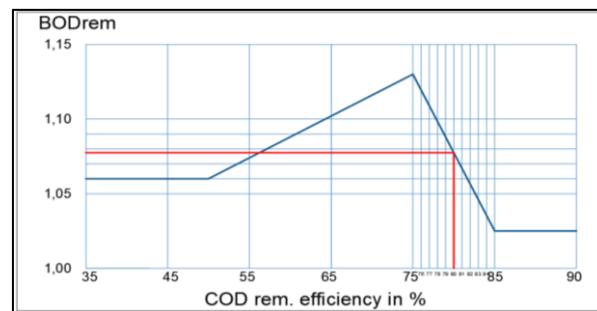


Gambar 7. Pengaruh HRT pada Removal

Sumber: (Gutterer, B., dkk., 2009)

5. Teoritis COD rem rate
 $= f \text{ OLR} \times f \text{ strength} \times f \text{ suhu} \times f \text{ HRT}$
 $= 1 \times 0,89 \times 1,03 \times 0,84$
 $= 0,77$
6. Removal COD
 $= \text{teoritis COD rem rate} \times ((n \times 0,04) + 0,82)$
 $= 0,77 \times ((6 \times 0,04) + 0,82)$
 $= 81\%$
7. COD effluen
 $= (1 - \text{removal COD}) \times \text{CODin}$
 $= (1 - 81\%) \times 224 \text{ mg/l}$
 $= 42,56 \text{ mg/l}$ (Memenuhi Baku mutu)
8. Total removal COD
 $= \text{CODin} - \text{COD effluen} / \text{CODin} \times 100\%$
 $= 224 \text{ mg/l} - 42,56 \text{ mg/l} / 224 \text{ mg/l} \times 100\%$
 $= 81\%$

Berdasarkan Gutterer, B., dkk., (2009) nilai efisiensi BOD bisa didapatkan dari besarnya efisiensi removal COD. Hal ini ditunjukkan yang ada pada gambar 8 dengan nilai rasio sebesar 1,07.



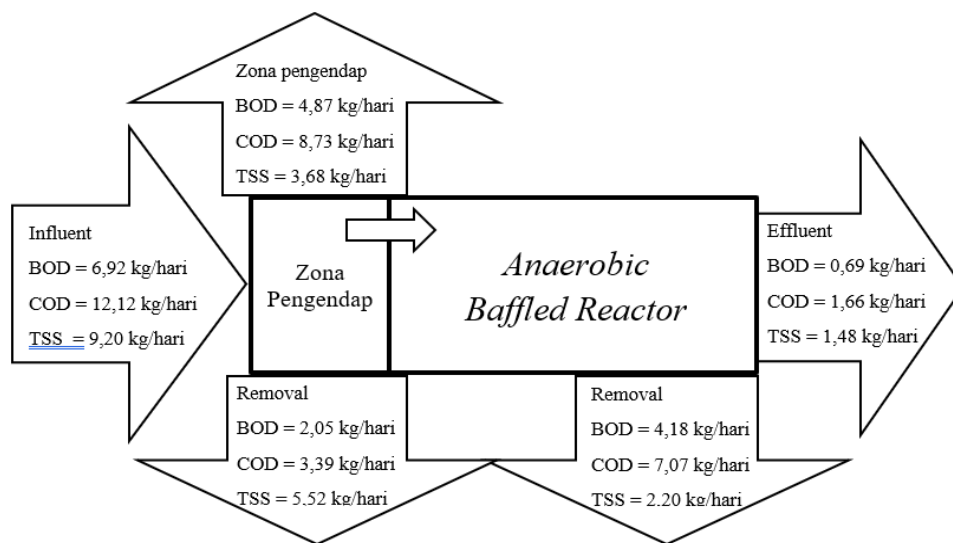
Gambar 8. Hubungan Efisiensi Removal COD terhadap Efisiensi Removal BOD

Sumber: (Gutterer, B., dkk., 2009)

9. Menghitung persentase removal BOD
Removal BOD $= \text{removal COD} \times \text{faktor removal COD/BOD}$
 $= 81\% \times 1,07$
 $= 86\%$
10. Menghitung BOD effluen
BOD effluen $= (1 - \text{removal BOD}) \times \text{BOD in}$
 $= (1 - 86\%) \times 128 \text{ mg/l}$
 $= 17,92 \text{ mg/l}$ (Memenuhi Baku mutu)
11. Menghitung persentase removal TSS
Asumsi efisiensi penyisihan $= 90\%$
TSS effluent $= (1 - 0,90) \times 170 \text{ mg/l}$
 $= 17 \text{ mg/l}$ (Memenuhi Baku mutu)

Perhitungan Mass Balance

Perhitungan *mass balance* untuk instalasi pengolahan air limbah *Anaerobic Baffled Reactor* diperlukan untuk mengetahui proses yang terjadi pada setiap unit. Berikut hasil perhitungan *mass balance* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Diagram *Mass Balance* pada ABR
Sumber: Hasil Perhitungan, 2022.

Analisa Hasil Laboratorium

Tabel 4. Hasil Analisa Laboratorium.

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Lab	Standart Baku Mutu	Metode Analisa	Keterangan
1	COD	mg/L	199,0	-	SNI 6989.2.2019	-
2	BOD	mg/L	58,10	-	APHA 5210 B-2017	-
3	TSS	mg/L	16,6	-	APHA 2540 D-2017	-
4	pH		7,34	-	SNI 06-6989.11.2019	-
5	Suhu	°C	26	-	SNI 06-6989.23.2005	-

Sumber : Hasil Uji Laboratorium.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan

No	Parameter	Satuan	Terdahulu	Hasil perhitungan	Uji Lab	Hasil perhitungan	Baku Mutu
1	COD	mg/L	224	1,66	199	1,91	50
2	BOD	mg/L	128	0,69	58,10	0,44	30
3	TSS	mg/L	170	1,48	16,6	0,18	30

Sumber : Hasil Perhitungan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian tentang Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Di Perumahan Podo Rukun Eksekutif Batu menggunakan metode *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dapat disimpulkan:

1. Debit air limbah pada perumahan Podo Rukun Eksekutif dengan jumlah penduduk 615 jiwa atau 123 KK dengan asumsi 5 jiwa yang telah didapatkan debit air limbah domestik adalah 54,12 m³/hari, dan debit air limbah non domestik 0,20 m³/hari. Sehingga total debit air limbah adalah 54,32 m³/hari.

2. Instalasi pengolahan air limbah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) memiliki keunggulan dari segi luas kebutuhan lahan, pembangunan, pengoprasian, perawatan yang mudah, tidak memerlukan energi listrik, dan biaya yang lebih efisien. Oleh karena itu disimpulkan bahwa unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) cocok untuk digunakan di perumahan Podo Rukun Eksekutif.
3. Hasil perhitungan desain instalasi pengolahan air limbah *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) menghasilkan dimensi tiap kompartemen panjang x lebar x tinggi adalah 11,4 m x 2,3 m x 2,6 m.

Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diberikan pada studi perencanaan ini adalah:

1. Perlunya perhitungan mengenai sistem pengelolaan air limbah (SPAL) agar mengetahui kedalaman air dalam saluran, kapasitas saluran dan debit aliran yang memungkinkan terjadinya pengendapan dan penggerusan.
2. Perlunya perencanaan lebih lanjut dan lebih detail kembali dalam merencanakan instalasi pengolahan air limbah domestik
3. Dapat dilakukan perencanaan dengan metode lain seperti *Constructed Wetland* atau *Anaerobic Filter Reactor*, karena wilayah perumahan yang dikelilingi oleh area persawahan agar dapat digunakan kembali oleh masyarakat untuk kebutuhan non-konsumsi atau dikembalikan ke alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2013). *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*.
- Anonim. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Anonim. (2021). *Kota Batu Dalam Angka. Batu Municipality In Figures 2021*. BPS Kota Batu.
- Ferdiyan, F., Noerhayati, E., Suprpto, B., & Rahmawati, A. (2021). Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik di Daerah Perumahan Green Tombro Malang Jawa Timur. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9, No. 3, 332.
- Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., & Reckerzügel, T. (2009). *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries*. The Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University, UK.
- Handiyatmo, D., Sahara, I., & Rangkuti, H. (2010). *Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk Dan Angkatan Kerja*. Badan Pusat Statistik.
- Maziya, F. B. (2016). Studi Optimasi IPAL Komunal Kota Malang Dengan Pendekatan Model Stella. *Jurnal Purifikasi*, 16, No. 1. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v16.i1.33>
- Pinanggih, R. B. J. (2020). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Kombinasi Unit Biofilter Aerobik Dan Adsorpsi Karbon Aktif Di Kantor Pusat PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya* [Universitas Islam Negeri Sunan Ampel].
- Rahmawati, A., & Warsito. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Rokhmawati, A. (2010). Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub DAS Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4, No. 2, 111.
- Sasse, L. (1998). *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen Overseas Research and Development Association. Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA).