

PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK GREY WATER MENGGUNAKAN ABR DI PERUMAHAN DARUSSALAM PERMATA

Ricky ¹⁾, Sigit Normagiat ²⁾, Wahyu Prayitno³⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat

³⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat

*Koresponden email : girasfatihsgit@gmail.com

Diterima: 12 April 2023

Disetujui: 2 Mei 2023

ABSTRACT

The population of Kubu Raya Regency in 2020 is 609,392 people. This will have a major impact on various sectors, especially housing and settlements. The population density in Kubu Raya Regency will continue increased every year in line with investment that continues to grow in various sectors. The increasing number of residential wastewater that needs to be treated before being discharged into water bodies is one of the impacts of an increase in population. Based on problem Therefore, it is necessary to design a domestic wastewater treatment plant to improve the quality of sanitation in Darussalam Permata Housing Complex. The purpose of this design is to obtain a domestic wastewater treatment design grey water use Anaerobic Baffled Reactor (ABR) in community settlements where this research was conducted at Darussalam Permata Housing Complex. The research was conducted by calculating the dimensional design and efficiency of the ABR unit wastewater treatment plant using population data, discharge and wastewater characteristics. Based on the results of the calculations that have been carried out, it is obtained a detailed design of the ABR unit wastewater treatment plant which includes the dimensions of the settling tank (1.5 m × 3 m × 1.8 m) and compartment dimensions (0.9 m × 1,11 m × 1.8 m) which consists of six compartments, while the processing efficiency in the settling tub is 30% COD, 32% BOD, and 68% TSS. Then the processing efficiency in the compartment is the COD parameter of 92%, BOD of 94%, and TSS of 60%.

Keywords: Wastewater, ABR, settling tank, compartment

ABSTRAK

Jumlah penduduk Kabupaten Kubu Raya pada tahun 2020 adalah sebanyak 609.392 jiwa. Hal ini akan berdampak besar pada berbagai bidang, terutama perumahan dan permukiman. Kepadatan penduduk di Kabupaten Kubu Raya akan terus meningkat pada setiap tahunnya sejalan dengan investasi yang terus berkembang di berbagai sektor. Semakin banyaknya air limbah yang perlu diolah sebelum dibuang ke badan air merupakan salah satu dampak dari peningkatan jumlah penduduk. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan perancangan instalasi pengolahan air limbah domestik untuk memperbaiki kualitas sanitasi yang ada di Perumahan Darussalam Permata. Tujuan dari perancangan ini adalah mendapatkan desain pengolahan air limbah domestik *grey water* menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) pada permukiman masyarakat dimana pada penelitian ini dilakukan di Perumahan Darussalam Permata. Penelitian dilakukan dengan menghitung desain dimensi dan efisiensi pengolahan air limbah unit ABR dengan menggunakan data jumlah penduduk, debit dan karakteristik air limbah. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan desain rinci dari instalasi pengolahan air limbah unit ABR yang meliputi dimensi bak pengendap (1,5 m × 3 m × 1,8 m) dan dimensi kompartemen (0,9 m × 1,11 m × 1,8 m) yang terdiri dari enam buah kompartemen, sedangkan efisiensi pengolahan di bak pengendap yakni parameter COD sebesar 30%, BOD sebesar 32%, dan TSS sebesar 68%. Kemudian efisiensi pengolahan di kompartemen yakni parameter COD sebesar 92%, BOD sebesar 94%, dan TSS sebesar 60%.

Kata Kunci: Air limbah, ABR, bak pengendap, kompartemen

PENDAHULUAN

Penduduk Kabupaten Kubu Raya pada tahun 2020 sebanyak 609.392 jiwa [2]. Hal ini dapat berdampak besar di berbagai bidang terutama, perumahan dan permukiman. Kepadatan penduduk di Kabupaten Kubu Raya akan terus meningkat pada setiap tahunnya sejalan dengan investasi yang terus berkembang di berbagai sektor. Pertambahan penduduk yang tidak diiringi dengan perluasan wilayah permukiman hal ini dapat menyebabkan tingginya kepadatan penduduk. Semakin banyaknya air limbah permukiman yang perlu diolah sebelum dibuang ke badan air merupakan salah satu dampak dari peningkatan jumlah penduduk. IPAL sangat diperlukan untuk menekan terjadinya peningkatan dari air limbah yang dihasilkan oleh aktivitas sehari-hari. Perumahan darussalam permata merupakan salah satu perumahan yang ada di kabupaten kubu raya, kalimantan barat. Air limbah yang dihasilkan oleh perumahan berupa *black water* dan *grey water*. air limbah domestik *black water* adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan kakus, sedangkan air limbah domestik *grey water* merupakan air limbah yang dihasilkan dari kegiatan mandi dan cuci [1].

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan menunjukkan hasil analisis dari air limbah domestik *grey water* pada rumah tangga di Kabupaten Maros menunjukkan bahwa air limbah domestik *grey water* mempunyai kadar BOD berkisar 134,9 hingga 197,32 mg/L ; COD sebesar 320,54 hingga 360,78 mg/L ; dan TSS sebesar 85 hingga 137 mg/L [5]. Hasil ini apabila dibandingkan dengan baku mutu dari PermenLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dapat disimpulkan bahwa karakteristik air limbah tersebut diatas baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, air limbah domestik *grey water* yang terdapat di Perumahan Darussalam Permata langsung dibuang ke drainase tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Dampak yang dihasilkan dari pembuangan air limbah tersebut yaitu membuat drainase terlihat hitam dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Berdasarkan permasalahan tersebut maka, perencanaan kali ini akan dirancang sistem pengolahan air limbah domestik dengan unit ABR sebagai alternatif untuk mengolah air limbah domestik *grey water* yang dihasilkan oleh Perumahan Darussalam Permata.

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) merupakan bioreaktor anaerobik dengan kompartemen dan dibatasi oleh layar vertikal. ABR mempunyai kompartemen yang disusun secara seri, tujuan dari kompartemen yang disusun secara seri adalah untuk membantu mengolah zat yang sulit terurai pada air limbah [6]. Sistem kerja dari ABR ialah penggabungan dari sistem kerja *septic tank*, *Upflow Sludge Reactor* (UASB), dan *fluidised bed reactor*. ABR mencampurkan proses sedimentasi dengan penguraian lumpur secara menyeluruh di kompartemen yang sama meskipun umumnya hanya suatu kolam sedimentasi yang tidak memiliki bagian penggerak maupun akumulasi dari bahan kimia [6]. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan desain bangunan pengolahan air limbah domestik *grey water* di Perumahan Darussalam Permata menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR).

METODE PENELITIAN

Lokasi perancangan berada di Perumahan Darussalam Permata, Desa Ampera Raya, Kecamatan Sungai Ambawang, Kabupaten Kubu Raya. Secara administrasi lokasi penelitian berada di batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Desa Mega Timur Kecamatan Sungai Ambawang, bagian selatan berbatasan dengan Desa Durian Kecamatan Sungai Ambawang, bagian timur berbatasan dengan Desa Sungai Ambawang Kuala Kecamatan Sungai Ambawang dan bagian barat berbatasan dengan kelurahan Tanjung Hulu Kecamatan Pontianak Timur.



Tahapan perencanaan bertujuan untuk menjelaskan kegiatan apa saja yang dilakukan selama pelaksanaan perencanaan IPAL. Adapun tahapan perencanaan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Data primer diperoleh dengan cara melakukan wawancara terkait jumlah warga yang tinggal di perumahan dan pemanfaatan air bersih, analisis karakteristik air limbah domestik *Grey Water* dan perhitungan debit air limbah domestik.

Baku mutu air limbah domestik dan peta wilayah penelitian menjadi data sekunder dalam penelitian ini.

Debit air limbah domestik dihitung dengan menggunakan data SNI 6728.1:2015 yang memperhitungkan penggunaan air limbah domestik per orang. Menghitung debit rata-rata penggunaan air bersih merupakan hal pertama yang harus dilakukan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Setelah diketahui debit rata-rata pemakaian air bersih, selanjutnya menghitung debit rata-rata air limbah domestik. Persamaan yang digunakan yakni sebagai berikut:

$$Q_{ave \text{ air limbah}} = 70\% \times Q_{ave \text{ air bersih}}$$

Karena pada penelitian ini hanya air limbah domestik *grey water* yang diolah oleh IPAL, debit rata-rata air limbah domestik *grey water* kemudian dihitung. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Q_{ave \text{ grey water}} = Q_{ave \text{ air limbah}} \times 75\%$$

Selanjutnya menghitung debit minimum air limbah. Persamaan yang digunakan yakni sebagai berikut:

$$Q_{min} = 1/5 \times (P/1000)^{0.2} \times Q_{ave \text{ grey water}}$$

Terakhir menghitung debit puncak air limbah. Persamaan yang digunakan yakni sebagai berikut:

$$Q_{peak} = Q_{ave \text{ grey water}} \times f_{peak}$$

Pada penelitian ini penetapan kriteria desain ABR dan perhitungan dimensi IPAL ABR bersumber dari buku *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries* (DEWATS) oleh sasse 1998. Setelah didapat efisiensi pengolahan dan dimensi masing-masing unit pengolahan, selanjutnya dilakukan penggambaran denah IPAL. Penggambaran denah IPAL ABR menggunakan perangkat lunak *coreldraw* 2021. Kemudian melakukan perhitungan *mass balance* dari IPAL ABR.

3) Analisis data

Setelah mengumpulkan data, selanjutnya dilakukan analisis data. Data yang dianalisis dalam perencanaan ini berupa analisis hasil wawancara dan analisis kualitas air limbah domestik *grey water*.

a) Analisis hasil wawancara

Wawancara yang telah dilakukan kepada masyarakat dan tokoh masyarakat dengan cara pengisian kuesioner kepada seluruh warga di Perumahan Darussalam Permata. Adapun pertanyaan yang diajukan oleh peneliti yakni berapa jumlah anggota keluarga dalam satu kartu keluarga, dari tahun berapa warga tinggal, sumber air bersih dan penggunaan air bersih.

b) Analisis kualitas air limbah domestik *grey water*

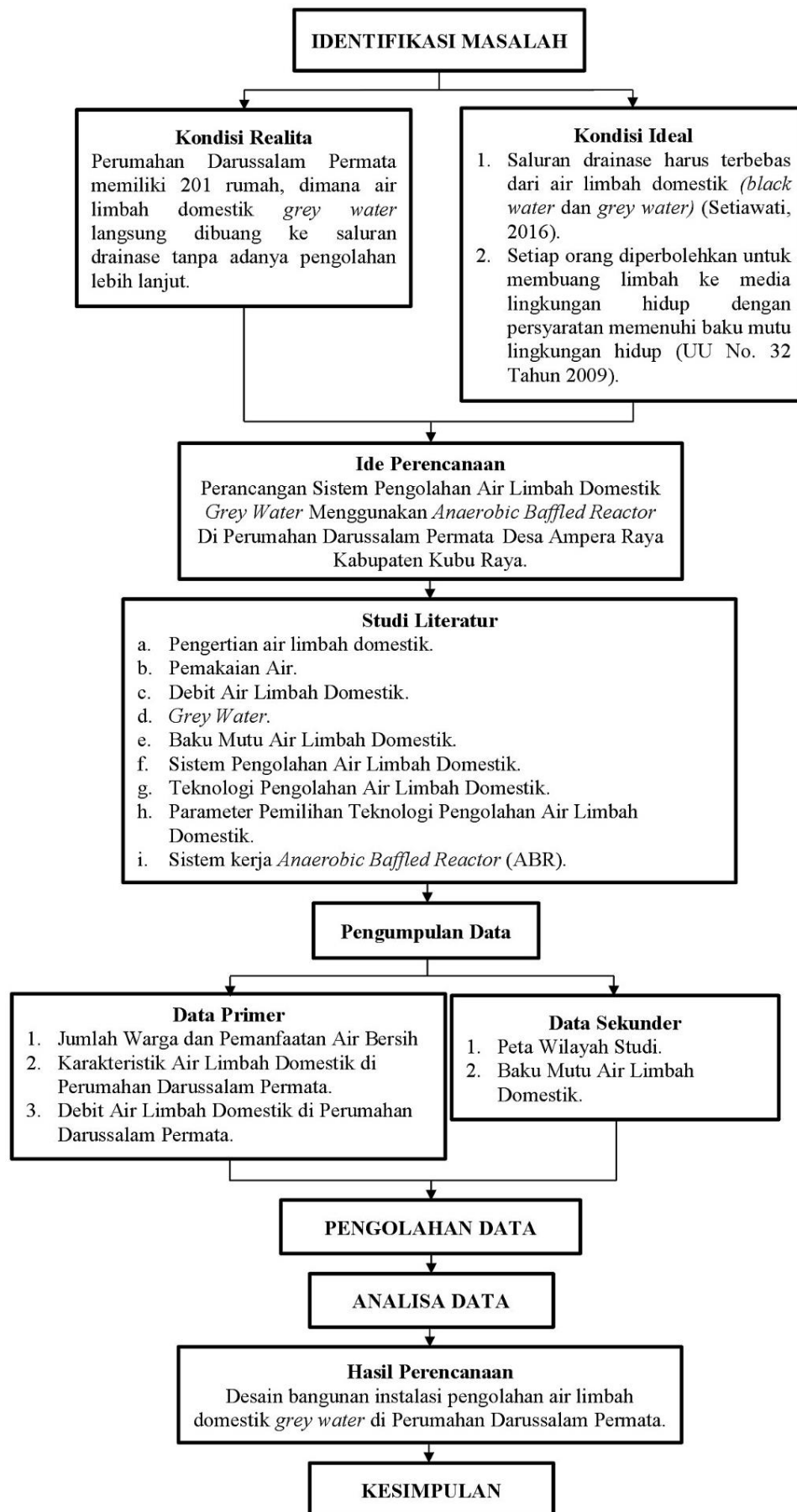
Analisis karakteristik air limbah domestik *grey water* dilakukan melalui sampling langsung di salah satu pipa *outer grey water* milik warga sebagai perwakilan. Sampel air limbah yang telah diambil kemudian dikemas dan langsung di bawa ke laboratorium Borneo Enviro Indonesia. Tata cara pengambilan sampel mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Parameter yang dianalisis ialah pH, BOD, COD dan TSS.

4) Hasil perencanaan

Hasil dari penelitian ini adalah didapat desain bangunan pengolahan air limbah domestik *grey water* di Perumahan Darussalam Permata yang dapat dilihat dari Gambar 3 dan Gambar 4, sehingga diperoleh informasi terkait ukuran dan luas lahan yang diperlukan untuk pembangunan IPAL ABR. Adapun *output* dari penelitian ini adalah gambar tampak atas dan tampak samping.

5) Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini akan diperoleh dari hasil dan pembahasan yang merupakan jawaban dari tujuan penelitian yaitu desain bangunan pengolahan air limbah domestik *grey water* dengan teknologi ABR di Perumahan Darussalam Permata.



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kebutuhan Air Bersih dan Debit Air Limbah Domestik

Kebutuhan air bersih di wilayah studi sangat diperlukan dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan agar diketahui debit air limbah domestik di wilayah studi yang didapatkan dari hasil perhitungan. Debit kebutuhan air bersih bersumber dari SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam-Bagian 1: Sumber Daya Air. Asumsi debit air bersih yang diambil untuk penelitian ini yaitu sebesar 60 liter/orang/hari, karena wilayah studi merupakan desa dan jumlah penduduknya kurang dari 3000 jiwa. Adapun hasil dari perhitungan debit air bersih dan air limbah dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Debit Air Limbah Domestik Wilayah Studi

No	Debit	Nilai	
		L/hari	m ³ /detik
1	Q_{ave} air bersih	60.300	0,0007
2	Q_{ave} air limbah	42.210	0,0005
3	Q_{ave} grey water	31.657	0,0004
4	Q_{min}	10.003	0,0001
5	Q_{peak}	47.485	0,0006

Sumber: Hasil Analisis (2022)

2. Karakteristik Air Limbah Domestik Grey Water

Data hasil dari uji lab akan digunakan sebagai data untuk perencanaan bangunan instalasi pengolahan air limbah domestik dengan perhitungan detail masing-masing unit yang terdapat dalam ABR.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Grey Water Wilayah Studi

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji	Metode Analisis
1	pH	-	6-9	7,93	SNI 6989.11-2019
2	BOD	mg/L	30	309	SM.ed.23.Th 2017
3	COD	mg/L	100	475	SNI 6989.73-2019
4	TSS	mg/L	30	138	SNI 6989.3-2019

Sumber: Hasil Analisis (2022)

Dari hasil uji lab air limbah domestik *grey water* diatas nilai kadar TSS dalam air limbah memiliki nilai yang paling tinggi yakni 475 mg/L. Apabila dibandingkan dengan PermenLHK No 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, parameter pH berada pada nilai normal sedangkan parameter BOD, COD, dan TSS berada di atas baku mutu.

3. Perhitungan Anaerobic Baffled Reactor

Beberapa unit pengolahan dengan bak pengendap dan kompartemen akan direncanakan untuk bangunan ABR. Perencanaan bangunan pengolahan air limbah domestik disesuaikan berdasarkan kriteria desain. Kriteria desain perencanaan ABR yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Kriteria Desain ABR

No	Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
1	Kecepatan <i>Upflow</i>	< 2	m/jam	Sasse, 1998
2	Organik Loading Rate (OLR)	< 3	Kg COD/m ³ .hari	
3	Hydraulic Retention Time (HRT)	>8	Jam	Sasse, 1998
4	Panjang Kompartemen	50-60	% Kedalaman	
5	Removal COD	59-95	%	
6	Removal BOD	70-95	%	
7	Rasio SS/COD	0,35-0,45	-	

Sumber: Sasse (1998)

a. Bak Pengendap

Proses pengolahan awal pada perencanaan ini terjadi di bak pengendap. Fungsi utama bak pengendap adalah untuk mengendapkan endapan lumpur, pasir, dan kontaminan organik. Fungsi lain dari bak pengendap ialah sebagai dekomposisi senyawa organik, dekomposisi lumpur, dan pengumpulan lumpur [5]. Hasil perhitungan bak pengendap disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Bak Pengendap

No	Direncanakan	Nilai	Satuan
1	HRT	3	Jam
2	Periode pengurasan	18	bulan
3	Waktu operasional	24	Jam
4	Rasio SS/COD	0,45	-
5	Jumlah bak	1	Buah
6	Kedalaman (h)	1,5	m
7	Rasio panjang : lebar	2 : 1	-
8	<i>Freeboard</i>	0,3	m

No	Hasil	Nilai	Satuan
1	Faktor <i>removal</i> COD berdasarkan HRT	0,4	-
2	<i>Removal</i> COD	30	%
3	COD <i>effluent</i>	332,5	mg/L
4	Rasio <i>removal</i> BOD oleh COD	1,06	-
5	<i>Removal</i> BOD	32	%
6	BOD <i>effluent</i>	210,1	mg/L
7	TSS <i>effluent</i>	94,5	mg/L
8	<i>Removal</i> TSS	68	%
9	Volume bak (V)	6,84	m ³
10	Luas permukaan (As)	4,32	m ²
11	Lebar	1,5	m
12	Panjang	3	m
13	<i>Freeboard</i>	0,3	m
14	Cek luas permukaan	4,5	m ²
15	Kedalaman (h)	1,8	m

Sumber: Hasil Olah Data (2022)

Proses pengolahan yang terjadi dalam bak pengendap mampu menurunkan kadar COD sebesar 30% dengan hasil *effluent* yaitu 332,5 mg/L, BOD sebesar 32% dengan hasil *effluent* 210,12 mg/L dan TSS sebesar 68% dengan hasil *effluent* yaitu 94,554 mg/L. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan dimensi bak pengendap memiliki panjang bak 3 meter, lebar bak 1,5 meter dan kedalaman bak 1,8 meter.

b. Kompartemen

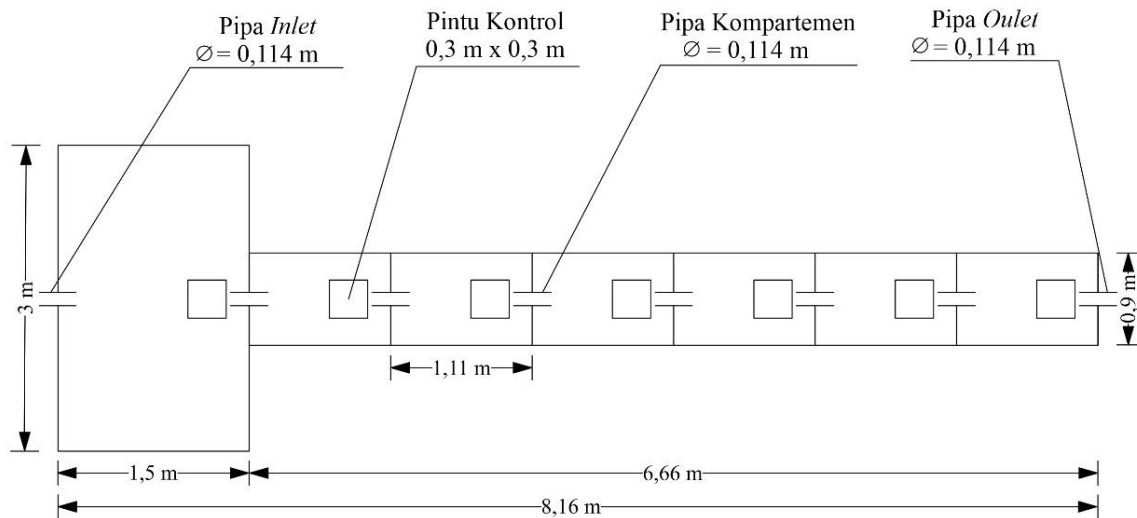
Efisiensi penyisihan pada ABR tergantung pada jumlah kompartemen dimana semakin banyak jumlah kompartemen maka akan efisien untuk penyisihan BOD dan COD namun, jumlah kompartemen dibatasi maksimal 6 buah karena dengan jumlah kompartemen yang melebihi batas maksimum tidak mempengaruhi efisiensi penyisihan [3]. Adapun hasil perhitungan dari kompartemen terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kompartemen

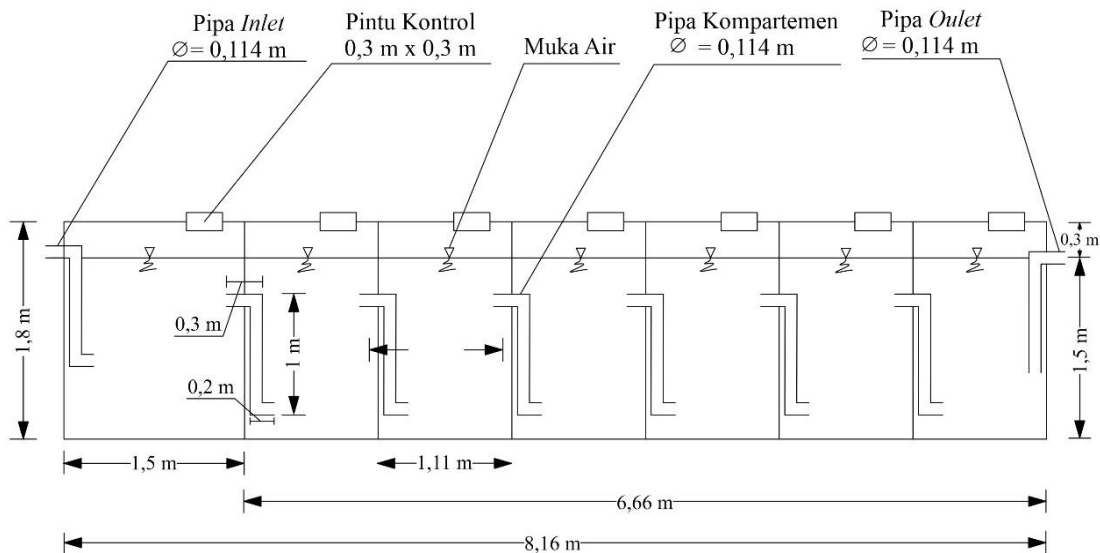
No	Direncanakan	Nilai	Satuan
1	HRT	24	Jam
2	Rasio SS/COD	0,45	-
3	Kecepatan <i>upflow</i> (V_{up})	0,0006	m/detik
4	Kedalaman (h)	1,8	m
5	Panjang (p)	50	%
6	Jumlah kompartemen	6	buah
No	Hasil	Nilai	Satuan
1	Faktor <i>strength</i>	0,88	-
2	Faktor efisiensi kompartemen berdasarkan temperatur	1,03	-
3	Faktor efisiensi kompartemen berdasarkan HRT	0,96	-
4	Faktor efisiensi kompartemen berdasarkan jumlah kompartemen	1,06	-
5	<i>Removal</i> COD	92	%
6	COD <i>effluent</i>	26,6	mg/L
7	Faktor rasio efisiensi BOD dengan <i>removal</i> COD	1,025	-
8	<i>Removal</i> BOD	94	%
9	BOD <i>effluent</i>	12,6	mg/L
10	TSS <i>effluent</i>	5,7	mg/L
11	<i>Removal</i> TSS	60	%
12	Panjang tiap kompartemen (p)	0,9	m
13	luas tiap kompartemen (A)	1	m ²
14	Kedalaman (h)	1,8	m
15	Lebar tiap kompartemen (l)	1,11	m
16	Lebar total kompartemen (l_{total})	6,66	m
17	Cek kecepatan <i>upflow</i> (V_{up})	0,0006	m/detik

Sumber: Hasil Olah Data (2022)

Proses pengolahan yang terjadi dalam bak pengendap mampu menurunkan kadar COD sebesar 92% dengan hasil *effluent* yaitu 26,6 mg/L, BOD sebesar 94% dengan hasil *effluent* 12,6 mg/L dan TSS sebesar 60% dengan hasil *effluent* yaitu 5,7 mg/L. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan dimensi kompartemen memiliki panjang bak 0,9 meter, lebar bak 1,11 meter dan kedalaman bak 1,8 meter. Adapun denah dari ABR dapat dilihat pada dibawah ini.



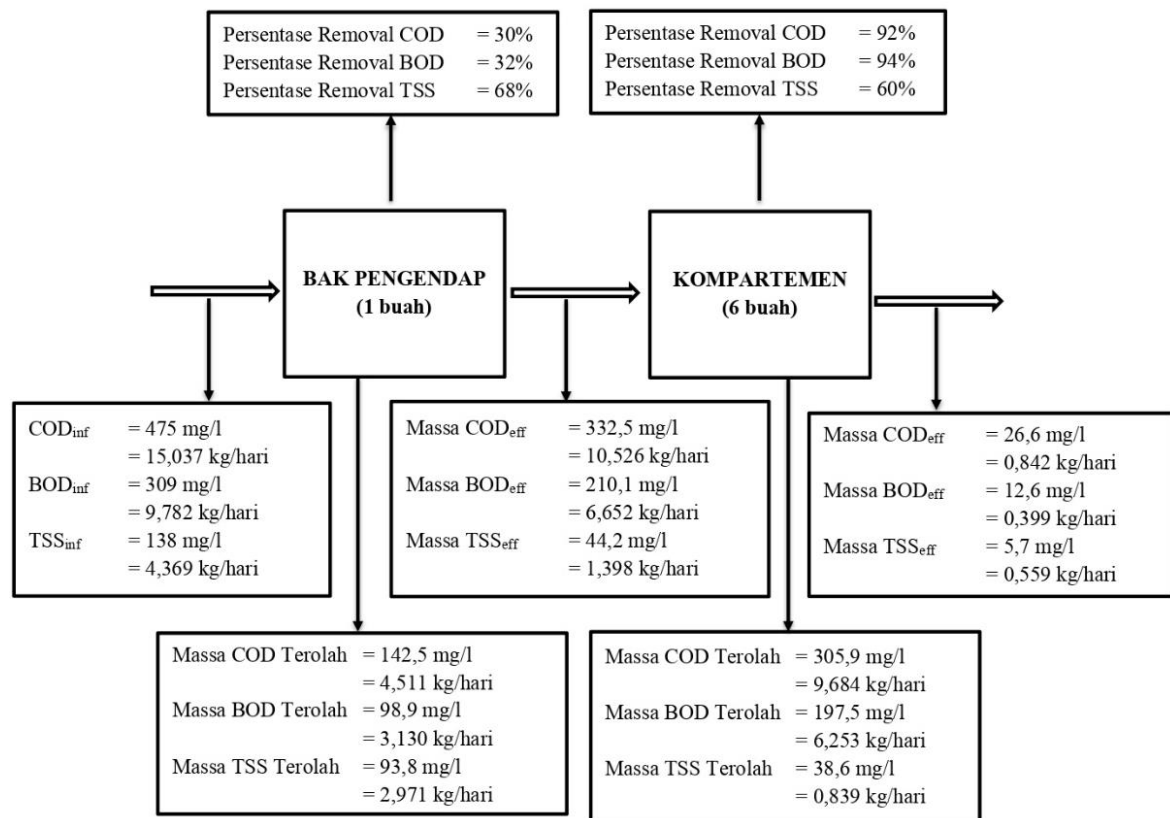
Gambar 3. ABR Tampak Atas
 Sumber: Peneliti (2022)



Gambar 4. ABR Tampak Samping
 Sumber: Peneliti (2022)

4. Perhitungan *mass balance* ABR

Mass Balance bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas air limbah sebelum dilakukan pengolahan dan setelah dilakukan pengolahan. Hasil *effluent* dari pengolahan air limbah domestik *grey water* menggunakan teknologi ABR kemudian dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik apakah kualitas air limbah setelah dilakukan pengolahan melebihi ambang batas yang ditetapkan atau tidak. Baku mutu yang peneliti gunakan dalam penelitian ini mengacu pada PermenLHK No. 68 Tahun 2016. Gambar dibawah ini menampilkan hasil dari perhitungan *mass balance* dari ABR.



Gambar 5. Mass Balance ABR

Sumber: Peneliti (2022)

Hasil pengolahan air limbah domestik *grey water* yang telah dilakukan oleh IPAL unit ABR memiliki kualitas *effluent* 26,6 mg/L untuk parameter COD, 12,6 mg/L untuk parameter BOD, dan 5,7 mg/L untuk parameter TSS. Jika dibandingkan dengan PermenLHK No 68 Tahun 2016, nilai untuk parameter COD yakni 100 mg/L, BOD yakni 30 mg/L, dan TSS yakni 30 mg/L. Dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas *effluent* air limbah domestik *grey water* berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan sehingga bisa langsung dibuang ke badan air penerima.

KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan, maka dapat ditarik kesimpulan yakni berdasarkan hasil perhitungan diperoleh dimensi bangunan IPAL unit ABR yang terdiri dari bak pengendap (3 m × 1,5 m × 1,8 m) dan kompartemen (0,9 m × 6,6 m × 1,8 m). Total lahan yang diperlukan untuk pembangunan IPAL ABR sebesar 24,48 m². Hasil pengolahan air limbah domestik *grey water* menggunakan ABR menghasilkan nilai COD 26,6 mg/L, BOD 12,6 mg/L, dan TSS 5,7 mg/L. Hasil tersebut membuktikan bahwa IPAL unit ABR sangat layak untuk dibangun di Perumahan Darussalam Permata. Saran yang dapat peneliti berikan dalam penelitian ini berupa perlu adanya sistem penyaluran air limbah domestik *grey water* menuju bangunan IPAL dan perlu adanya Rancangan Anggaran Biaya (RAB) agar dapat diketahui biaya yang diperlukan dalam perencanaan IPAL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penelitian ini, yakni Orang tua tercinta Bapak Awahid dan Ibu Mu'idah yang telah mendidik, membesarkan, memberi nasehat, penyemangat utama dan pemberi motivasi terbesar untuk dapat menyelesaikan penelitian ini. Bapak Sigit Normagiat, S.Hut., M.Hut selaku dosen pembimbing I, Bapak Wahyu Prayitno, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II. Serta kepada teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2018 yang selalu memberi dukungan. Penulis menyadari bahwa

penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, untuk ini peneliti harapkan kritik dan saran yang membangun bagi peneliti. Akhir kata peneliti ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdi, C., Khair, R. dan Hanifa, T. S. (2019). *Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Domestik Dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor (Abr) Pada Asrama Pon-Pes Terpadu Nurul Musthofa Di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan*. Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan), 5(1), 86–95. <https://doi.org/10.20527/jukung.v5i1.6200>
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kubu Raya. (2021). *Kabupaten Kubu Raya dalam Angka*.
- [3] Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya. (2019). *Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Restoran/Rumah Makan*. Surabaya.
- [4] Mubin, F., Binilang, A., dan Halim, F. (2016). *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. Sipil Statistk, 4(3), 211–223. <https://media.neliti.com/media/publications/130323-ID-perencanaan-sistem-pengolahan-air-limbah.pdf>.
- [5] Natsir, M. F., Amaludin, Liani, A. A., dan Fahsa, A. D. (2019). *Analisis Kualitas Bod, Cod, Dan Tss Limbah Cair Domestik (Grey Water) Pada Rumah Tangga Di Kabupaten Maros 2021*. Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan, 1(2), 1–16.
- [6] Sasse, L. (1998). *Decentralised Wastewater Treatment In Developing Countries (DEWATS)*. Jerman: BORDA.