

STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH KOMUNAL DENGAN SISTEM *BIOFILTER ANAEROB – AEROB* DI PERUMAHAN DE CASSABLANCA RESIDENCE CEMOROKANDANG KOTA MALANG

Serilia Renida Cahyani¹, Eko Noerhayati² dan Anita Rahmawati³

1 Mahasiswa, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
e – mail : 22101051065@unisma.ac.id

2 Dosen, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
e – mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

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

ABSTRAK

De Cassablanca Residence, located in Malang City, does not yet have a domestic wastewater treatment system. Therefore, a communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) is planned using an anaerobic-aerobic biofilter method. This design aims to reduce environmental pollution caused by the discharge of untreated wastewater. Laboratory tests show that the wastewater contains BOD of 275,90 mg/L, COD of 314,62 mg/L, TSS of 200,80 mg/L and Oil/Fat of 23,0 mg/L, all of which exceed the limits set by East Java Governor Regulation No. 72 of 2013. The wastewater flow rate is 199,2 m³/day. The WWTP units include a Primary Sedimentation Tank, Anaerobic Tank, Aerobic Tank, and Clarifier Tank, each sized according to design requirements. The total estimated cost for constructing the system is Rp.666.397.457,66,-

Keywords : Anaerobic-aerobic Biofilter, Liquid Waste.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk dan pembangunan kawasan perumahan di Kota Malang terus meningkat setiap tahunnya. Berbagai proyek pembangunan dan perbaikan perumahan bar uterus dilakukan. Namun, perkembangan tersebut belum dimbangi dengan sistem pengolahan air limbah domestik yang memadai. Sebagian besar rumah tangga masih membuang air limbah langsung ke saluran drainase tanpa melalui proses pengolahan, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, dan berpotensi menjadi sumber penyakit [1].

Untuk mengatasi masalah tersebut, Pemerintah Kota Malang mengeluarkan Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2017 yang mewajibkan setiap rumah dan perumahan baru memiliki sistem pengolahan air limbah

domestik. Jika tidak terhubung ke jaringan perpipaan milik pemerintah, maka harus disediakan IPAL komunal sesuai standar yang berlaku. Oleh sebab itu, manajemen limbah perlu diperhatikan, kandungan senyawa kimia yang berakibat menimbulkan kerusakan lingkungan atau berpotensi menciptakan pencemaran.

Limbah cair domestik adalah air yang telah terpakai dan berasal dari kegiatan rumah tangga serta pemukiman, yang mencakup *grey water* dan *black water*. *Grey water* berasal dari air bekas pakai dan mengandung nitrat, fosfat, dan zat organik [2]. Sedangkan *black water* adalah istilah yang digunakan untuk air limbah yang mengandung kotoran manusia [3]. Baku mutu air limbah memiliki parameter seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), Derajat Keasaman (pH).

Perumahan De Cassablanca Residence adalah salah satu perumahan yang terletak di Kelurahan Cemorokandang, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang. Luas lahan sekitar $\pm 160.000 \text{ m}^2$. Perumahan De Cassablanca Residence masih membuang air limbah domestik seperti limbah air rumah tangga (*grey water*) ke dalam saluran drainase dan dialirkan ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut dapat berdampak buruk bagi kesehatan penghuninya dan menimbulkan penyakit serta dapat mencemari lingkungan setempat. Letak perumahan De Cassablanca Residence yang berdekatan dengan pemukiman warga menjadi salah satu alasan untuk memperhatikan kebersihan dan kenyamanan lingkungan.

Jika *grey water* terus mengalir ke saluran atau badan air, hal ini dapat menimbulkan masalah serius bagi ekosistem perairan. Zat organik dalam air limbah tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan gas dan endapan lumpur. Lumpur ini kemudian mengendap dan menumpuk di saluran atau sungai, yang menyebabkan kapasitasnya untuk menampung air hujan berkurang dan berpotensi menyebabkan banjir.

Perumahan De Cassablanca Residence belum dilengkapi dengan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan sistem pengolahan air limbah yang efektif dan efisien, salah satunya dengan menerapkan metode *biofilter anaerob-aerob* yang mampu mengolah air limbah *grey water* secara efektif agar memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan.

Dengan adanya latar belakang diatas, ada beberapa identifikasi masalah yang dijadikan bahan perencanaan IPAL *biofilter anaerob-aerob* di Kawasan Perumahan De Cassablanca Residence adalah sebagai berikut:

1. Perumahan De Cassablanca Residence yang belum memiliki sistem pengolahan air limbah pada perumahan.
2. Kondisi saluran Perumahan De Cassablanca Residence yang langsung membuang limbah *grey water* ke saluran drainase tanpa

pengolahan terlebih dahulu.

3. Menurunnya kualitas lingkungan setempat akibat dari pembuangan secara langsung limbah domestik ke saluran drainase yang dapat mencemari lingkungan dan tempat bersarangnya bibit penyakit.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dijadikan acuan perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit air limbah domestik yang terdapat di Perumahan De Cassablanca Residence?
2. Bagaimana kandungan BOD, COD, dan TSS pada limbah cair di Perumahan De Cassablanca Residence?
3. Bagaimana desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode *biofilter anaerob-aerob* yang sesuai untuk Perumahan De Cassablanca Residence?
4. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Perumahan De Cassablanca Residence?

1.3. Tujuan

Dari perumusan masalah yang telah dirancang, didapatkan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui besar debit air limbah domestik pada Perumahan De Cassablanca Residence.
2. Mengetahui jenis kandungan air limbah BOD, COD, dan TSS pada Perumahan De Cassablanca Residence.
3. Mengetahui desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode *biofilter anaerob-aerob* pada Perumahan De Cassablanca Residence.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Perumahan De Cassablanca Residence.

1.4. Lingkup Pembahasan

1. Daerah Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah Perumahan De Cassablanca Residence.
2. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah menggunakan metode *biofilter anaerob-aerob*.

3. Karakteristik air limbah domestik (BOD, COD dan TSS).
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang disesuaikan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Malang Tahun 2024.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air buangan yang beraal dari kegiatan rumah tangga, industri rumah, perkantoran, perumahan, apartemen, rumah makan, dan perniagaan, yang mengandung berbagai zat pencemar yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan konsentrasi dan kualitas tertentu, limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan dan pengolahan terhadap limbah sebelum limbah dibuang ke lingkungan [4]. Meskipun secara teknis lebih mudah diolah, air limbah domestik merupakan salah satu penyebab utama pencemaran zat organik. Hal ini disebabkan oleh fasilitas pengolahan air limbah yang kurang baik. Klasifikasi air limbah berdasarkan jenis sumber air limbah yaitu, limbah cair yang bersumber dari rumah tangga (*domestic waste water*), limbah cair industri (*industrial waste water*), dan limbah cair kotapraja (*municipal waste water*).

2.2. Karakteristik Air Limbah Domestik

Air limbah memiliki komposisi yang bervariasi sesuai dengan sumber tempat dihasilkannya limbah tersebut [5]. Secara umum, terdapat perbedaan yang signifikan dalam sifat air limbah. Air limbah *black water* mengandung bahan organik dalam kadar yang lebih tinggi serta memiliki tingkat padatan atau padatan tersuspensi yang lebih banyak. Sedangkan air limbah *grey water* umumnya mengandung lebih banyak minyak dan lemak. Limbah cair, baik yang berasal dari aktivitas domestik maupun non-domestik, memiliki karakteristik yang beragam sesuai dengan sumbernya. Menurut [6] karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi sebagai berikut. Pemahaman terhadap karakteristik fisik, kimia, dan biologi

limbah cair sangat penting untuk menentukan metode pengolahan yang tepat guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

1. Karakteristik fisik diantaranya yaitu *Total suspended solid* (TSS) merupakan Jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 mikron.
2. Karakteristik kimia diantaranya yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan memecah atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat di dalam air limbah domestik. Selain BOD ada juga *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (*part per milion*).
3. Karakteristik biologi yang digunakan untuk mengukur kualitas air. Pengolahan air limbah secara biologis adalah proses yang melibatkan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk senyawa lain. Parameter yang biasanya digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah.

2.3. Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah adalah batasan atau tingkat maksimum kandungan unsur pencemar yang diperbolehkan dalam air limbah hasil dari aktivitas atau usaha tertentu sebelum dibuang ke badan air [7]. Baku mutu air limbah domestik diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang mensyaratkan batas maksimum untuk tiap parameter air limbah domestik.

Pasal 72 dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2013 mengatur tentang standar kualitas air limbah untuk pemukiman (real estate), rumah makan (restoran), perkantoran, perniagaan, apartemen, perhotelan, dan asrama.

2.4. Debit Air Limbah Rata-Rata

Air bersih adalah hal yang sangat penting karena Kebutuhan air selalu berkaitan dengan kehidupan manusia. Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 menyebutkan bahwa setiap orang mengkonsumsi rata-rata 120 liter air per hari. Ditjen Cipta Karya pada 2006 menjelaskan bahwa penggunaan terbesar adalah untuk keperluan mandi, yang mewakili 65 liter per orang per hari, atau 45% dari total konsumsi air. Debit air limbah domestik berkisar 60%-80% dari penggunaan air bersih [8]. Untuk menghitung total rata-rata debit air limbah dapat menggunakan persamaan berikut:

Qave air minum =

Kebutuhan air bersih x jumlah orang (1a)

Qave air limbah =

(60%-80%) x Qave air minum (1b)

2.5. Teknologi IPAL

Pengolahan air limbah domestik dengan *biofilter anaerob-aerob* adalah pengembangan dari proses *biofilter anaerob* dengan proses aerasi kontak. Reaktor *biofilter anaerob-aerob* ini sangat sederhana, hanya membutuhkan sedikit energi, dan tidak memakai proses kimia. Oleh karena itu, reaktor ini sangat cocok digunakan untuk mengolah air limbah rumah tangga dengan kapasitas sedang. Pengolahan *biofilter anaerob-aerob* memiliki beberapa keunggulan, yaitu dapat mengolah air limbah dengan beban BOD yang cukup besar, dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik, produksi lumpur relatif sedikit dan suplai oksigen untuk aerasi relatif kecil [9]. Dalam pedoman teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan sistem *biofilter anaerob-aerob* yang dijelaskan, parameter perencanaan *biofilter anaerob-aerob* sebagai berikut:

1. Bak Pengendapan Awal

Bak pengendapan awal memiliki fungsi mengendapkan atau menghilangkan partikel-partikel seperti lumpur, pasir dan kotoran organik yang tersuspensi. Partikel padatan seperti lumpur anorganik tidak bisa terurai secara biologis. Jika partikel tersebut tidak dihilangkan, dapat menempel pada permukaan media *biofilter* yang bisa

menghambat transfer oksigen ke dalam lapisan biofilm dan menurunkan efisiensi pengolahan air limbah. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (penguraian lumpur) dan sebagai penampung lumpur [10]. Waktu tinggal dihitung dengan membagi volume bak dengan laju alir masuk.

$$T = \frac{V}{Q} \quad (1c)$$

Sedangkan Beban permukaan (*surgace loading*) sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak.

$$V_0 = \frac{Q}{A} \quad (1d)$$

2. Bak *Anaerob-Aerob*

Air dari bak pengendapan awal, selanjutnya akan dialirkan ke bak *anaerob* dan bak *aerob*. Proses biologi *anaerob* merupakan metode pengolahan air limbah yang telah lama digunakan dan dianggap ekonomis. Bak *anaerob* berisi media khusus yang terbuat dari plastik tipe sarang tawon sebagai tempat bakteri tumbuh dan berkembang biak dan berfungsi untuk menguraikan zat-zat yang ada di air limbah. Zat organik terdegradasi secara biologi dalam lingkungan *anaerob* (tanpa oksigen) oleh mikroorganisme yang dapat menggunakan molekul selain oksigen (O₂).

Setelah proses *biofilter anaerob*, dilanjutkan dengan proses pada kolam *biofilter aerob*. Unit *biofilter aerob* berfungsi sebagai proses penguraian air limbah secara *aerobik* dengan bantuan injeksi oksigen. Dalam bak *aerobik* ini ada proses aerasi yang dilakukan dengan cara mengalirkan udara menggunakan unit kompresor atau blower. Untuk menghitung media biofilter, volume reaktor, BOD, dan waktu tinggal dengan persamaan berikut :

$$V_{mediabiofilter} = \frac{\text{Beban BOD} \left(\frac{kg}{hari} \right)}{\text{Standar Beban BOD} \left(\frac{kg}{m^3} \right) \times hari} \quad (1e)$$

$$V_{reaktorbiofilter} = \frac{100}{60} \times V_{media biofilter} \quad (1f)$$

$$BOD = Q \times \text{kadar BOD masuk} \quad (1g)$$

$$Td = \frac{V_{reaktor}}{Q} \quad (1h)$$

Untuk proses kebutuhan perhitungan blower udara dalam reactor bak *aerobik* dimulai dari menentukan teoritis dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan Teoritis} = 90\% \times \text{beban BOD} \quad (1i)$$

$$\text{Kebutuhan Oksigen} = FS \left(\frac{kg}{hari} \right) \quad (1)$$

Massa jenis udara dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{p \times m}{r \times t} \quad (1k)$$

Kebutuhan aktual dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Keb\ udara\ aktual = \frac{Jumlah\ Keb\ Teoritis}{efisiensi\ blower(\%)} \quad (11)$$

3. Bak Pengendapan Akhir

Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali kebagian bak pengendapan awal dengan pompa sirkulasi lumpur [11]. Di unit pengolahan ini, dilakukan pemisahan atau pengendapan kotoran padatan tersuspensi (TSS) dari air limbah sehingga air yang dihasilkan dari IPAL menjadi jernih.

Untuk menentukan volume dari bak pengendap akhir ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = Q \times t d \quad (1m)$$

$$Td = \frac{Vtotal}{O} \quad (1n)$$

$$V_0 = \frac{Q}{A} \quad (10)$$

2.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

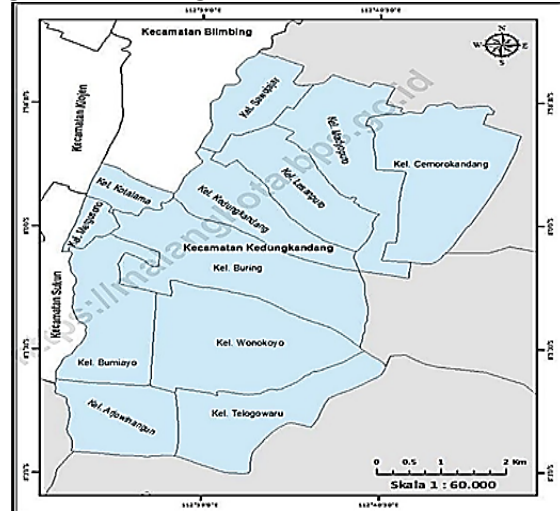
Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan ini mengacu pada Harga Satuan Pokok Kerja (HSPK) Kota Malang 2024, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan BOQ dan spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun dan perhitungan aksesoris tambahan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Perumahan De Cassablanca Residence berada di Kelurahan

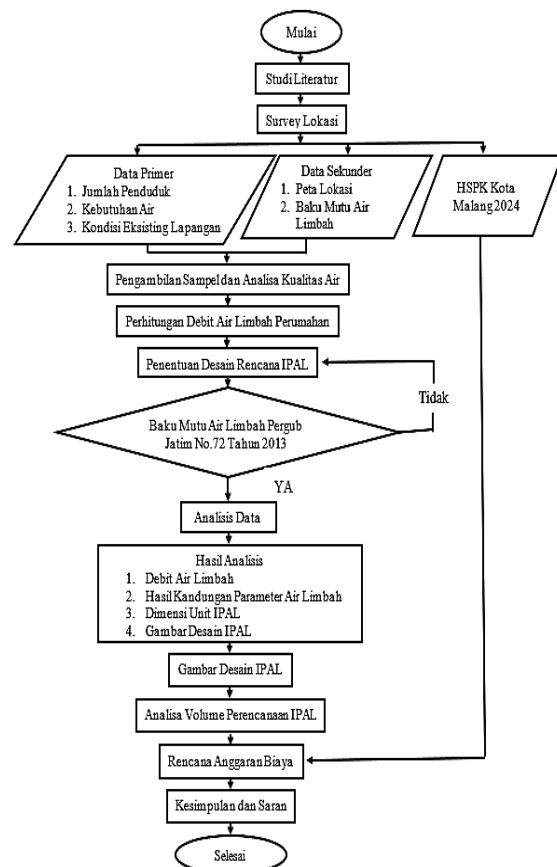
Cemorokandang, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang. Perumahan tersebut berdekatan dengan pemukiman warga. Luas perumahan De Cassablanca Residence $\pm 160.000 \text{ m}^2$, pada **gambar 1**. Sebagai berikut:



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sumber: (BPS. Kec. Kedungkandang, 2025)

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Sumber: (Dokumen Pribadi, 2025)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakter Limbah Cair

Sampel air limbah diambil di tiga titik Perumahan tersebut. Berdasarkan hasil pengujian lab sampel limbah cair di Perum Jasa Tirta Kota Malang didapatkan kandungan BOD, COD dan TSS menunjukkan nilai diatas standart baku mutu yang mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur NO. 72 Tahun 2013 yang mengatur tentang standar kualitas air limbah.

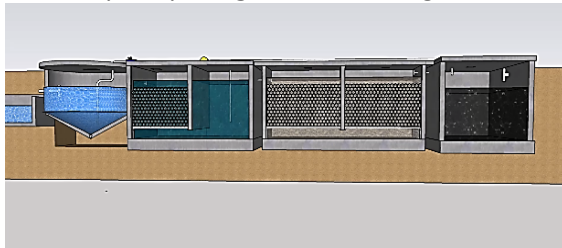
4.2. Debit Air Limbah

Debit air bersih yang digunakan dalam perencanaan IPAL ini sebesar 60 Liter/orang/hari. Sesuai dengan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2022 dimana Perumahan De Cassablanca Residence masuk pada kategori Desa yang memiliki nilai konsumsi air bersih sebesar 60-80 Liter/orang/hari. Keperluan perencanaan debit air limbah, diperlukan asumsi jumlah penghuni rumah. Berdasarkan SNI 03-1733-2004 Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan bagian 5.2 Asumsi Dasar Lingkungan Perumahan dijelaskan bahwa jumlah penghuni rumah rata-rata adalah 5 jiwa per rumah. Debit air limbah di Perumahan De Cassablanca Residence adalah sebagai berikut:

1. Domestik = $198,72 \text{ m}^3/\text{hari}$
2. Non domestik (sekolah) = $0,48 \text{ m}^3/\text{hari}$.
3. Total debit air limbah = $199,2 \text{ m}^3/\text{hari}$.

4.3. Perhitungan dimensi unit IPAL

Desain IPAL yang direncanakan adalah desain baru yang memanfaatkan kondisi eksisting di perumahan. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) biofilter *anaerob-aerob* meliputi bak pengendapan awal, bak *anaerob*, bak *aerob*, dan bak pengendapan akhir, seperti pada **gambar 3**. Sebagai berikut:



Gambar 3. Desain IPAL 3D

Sumber: (Dokumen Pribadi, 2025)

1. Bak Pengendapan Awal

Perencanaan Dimensi

Lebar = 4,50 m

Kedalaman = 2,50 m

Panjang = 3,00 m

Tinggi jagaan 0,5 m

Dimensi = $40,50 \text{ m}^3$

2. Bak Biofilter Anaerob

Dimensi ruang reaktor bak *anaerob*:

Jumlah bak ada 2

Bak 1

Panjang = 3,00 m

Lebar = 2,00 m

Kedalaman = 2,50 m

Tinggi jagaan = 0,5 m

Dimensi = $18,00 \text{ m}^3$

Bak 2

Panjang = 3,00 m

Lebar = 2,00 m

Kedalaman = 2,50 m

Tinggi jagaan = 0,5 m

Dimensi = $18,00 \text{ m}^3$

Total dimensi 2 bak = $18,00 \text{ m}^3 + 18,00 \text{ m}^3$
= $36,00 \text{ m}^3$

3. Bak Biofilter Aerob

Dimensi bak *aerob* (ruang aerasi):

Panjang = 2,30 m

Lebar = 3,00 m

Kedalaman = 2,50 m

Tinggi jagaan = 0,5 m

Dimensi = $20,70 \text{ m}^3$

Dimensi bak *aerob* (ruang media):

Panjang = 2,35 m

Lebar = 3,00 m

Kedalaman = 2,50 m

Tinggi jagaan = 0,5 m

Dimensi = $21,15 \text{ m}^3$

Total dimensi = $20,70 \text{ m}^3 + 21,15 \text{ m}^3$
= $41,85 \text{ m}^3$

4. Bak Pengendapan Akhir

Volume yang dibutuhkan:

Volume = $Q \times T_d$

= $8,3 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam}$

= $24,90 \text{ m}^3$

Dimensi yang dibutuhkan:

Diameter = 3,70 m

Tinggi (silinder) = 2,00 m

Tinggi kerucut = 1,00 m

Dimensi silinder = $\pi \times r^2 \times t$

$$= 3,14 \times 1,85^2 \times 2,00$$

$$= 21,49 \text{ m}^3$$

Dimensi kerucut = $\frac{1}{3} \pi \times r^2 \times t$

$$= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 1,85^2 \times 1,00$$

$$= 3,60 \text{ m}^3$$

Total dimensi = 25,09 m³

4.4. Hasil Pengolahan (Effluent)

Rekapitulasi *effluent* memberikan gambaran perubahan kualitas air limbah dan menilai efektivitas unit pengolahan dalam menurunkan kadar pencemar BOD, COD, dan TSS. *Effluent* yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair *grey water* menggunakan media *biofilter anaerob – aerob* di Perumahan De Cassablanca Residence dalam tabel 1. Sebagai berikut:

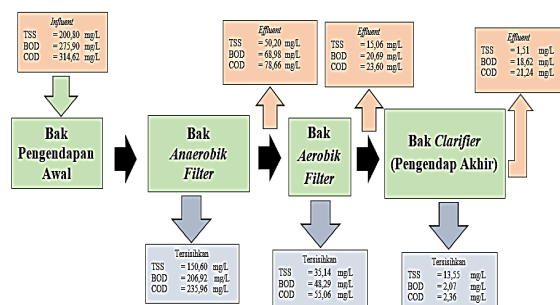
Tabel 1. Rekapitulasi *effluent*

Section	Parameter		
	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Influent	275,90	314,62	200,80
Bak Pengendapan Awal	0%	0%	0%
	275,90	314,62	200,80
Bak Anaerobik	75%	75%	75%
	68,98	78,66	50,20
Bak Aerobik	70%	70%	70%
	20,69	23,60	15,06
Clarifier	18,62	21,24	1,51
Effluent	18,62	21,24	1,51

Sumber : (Perhitungan Pribadi, 2025)

4.5. Mass Balance

Perhitungan *Mass Balance* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui dan mengevaluasi aliran massa dari bahan pencemar yang masuk dan keluar dalam sistem pengolahan, serta mengidentifikasi efisiensi setiap unit proses berdasarkan perubahan konsentrasi parameter pencemar. Perkiraan kualitas *effluent* dengan parameter BOD, COD pada masing teknologi, dalam **gambar 4**. berikut:



Gambar 4. Mass balance

Sumber: (Dokumen Pribadi, 2025)

4.6. Bill of Quantity (BOQ)

Perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) adalah penyusunan rincian seluruh jenis pekerjaan konstruksi yang direncanakan dalam suatu proyek, yang mencakup estimasi biaya material, peralatan, serat tenaga kerja berdasarkan volume pekerjaan yang dibutuhkan.

Penyusunan BOQ bertujuan untuk mempermudah perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan pengendalian biaya proyek secara efektif. Perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) pada Perencanaan IPAL di Perumahan De Cassablanca berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Malang tahun 2024. Rekapitulasi volume desain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi volume desain

Rekapitulasi Kebutuhan Volume Desain					
Kebutuhan	Satuan	Desain			
		Bak Pengendapan Awal	Bak Anaerob	Bak Aerob	Bak Clarifier
Galian	m³	66,33	75,63	76,90	195,87
Pasir Urug	m³	1,98	2,26	2,30	
Lantai Kerja	m²	1,98	2,26	2,30	
Lantai Beton	m²	2,38	2,23	2,52	3,18
Dinding Beton	m²	7,02	7,61	7,29	3,49
Atap Beton	m²	2,33	2,13	2,43	1,56
Pengurukan Tanah	m³	12,47	24,38	19,29	170,79
					226,93

Sumber : Perhitungan Pribadi, 2025)

4.7. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada penelitian ini mengacu pada Harga Satuan Pokok Kerja (HSPK) Kota Malang 2024. RAB dihitung berdasarkan BOQ serta spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun dan perhitungan aksesoris tambahan. Tujuan RAB adalah untuk memperkirakan total biaya proyek dan memastikan pengolahan anggaran berjalan sesuai rencana. Berikut adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam **tabel 3**. Berikut :

Tabel 3. Rencanan anggaran biaya (RAB)

Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)	
Tahapan Persiapan	Rp	56.988.558,79
Pekerjaan Umum	Rp	521.745.405,34
Pekerjaan Finishing	Rp	21.624.105,83
TOTAL	Rp	600.358.069,96
PPN 11%	Rp	66.039.387,70
TOTAL + PPN 11%	Rp	666.397.457,66

Sumber : Perhitungan Pribadi, 2025)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Besar debit air limbah di Perumahan De Cassablanca Residence sebesar 199,2 m³/hari.
2. Kualitas air limbah berdasarkan sampling di Perumahan De Cassablanca Residence pada Perum Jasa Tirta kurang baik dan tidak memenuhi Baku Mutu Air Limbah, parameter nilai BOD 275,90 mg/L, COD 314,62 mg/L, dan TSS 200,80 mg/L.
3. Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan desain dimensi dari perencanaan Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Perumahan De Cassablanca Residence yaitu:
 - a. Bak Pengendapan Awal dengan Panjang 3,00 m, Lebar 4,50 m, dan Tinggi total 3,00 m.
 - b. Bak *Anaerobik* terdiri dari dua ruang. Panjang 3,00 m, Lebar 2,00 m, dan Tinggi total 3,00 m..
 - c. Bak *Aerobik* yang terdiri dari 1 ruang media yang memiliki Panjang 2,35 m, Lebar 3,00 m, dan Tinggi total 3,00 m dan 1 ruang aerasi dengan Panjang 2,30 m, Lebar 3,00 m, dan Tinggi Total 3,00 m.
 - d. Bak Pengendapan Akhir (*Clarifier*) dengan Diameter 3,70 m, dan Tinggi Total 3,00 m.
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk perencanaa desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan teknologi *biofilter anaerob-aerob* dibutuhkan dana sebesar Rp.666.397.457,66.

5.2. Saran

Dari hasil studi ini, beberapa saran yang dapat saya sampaikan terkait perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik sebagai berikut:

1. Perlu ditambah bak daur ulang air limbah seperti *Constructed Wetland* (CW).
2. Perlu dilakukan hitungan perencanaan perpipaan/ sewage sewer.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain sebagai

perbandingan, salah satunya seperti *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR).

4. Untuk peneliti selanjutnya dapat menghitung limpasan air hujan (*Rainwater Harvesting*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rahmawati and W. -, "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Tanaman Eceng Gondok (*eichornia Crassipes*) Untuk Menghasilkan Air Bersih Di Perumahan Green Tombro Kota Malang", *jrjh*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, Jun. 2020, doi: 10.26760/jrjh.v4i1.1-8.
- [2] I. Rifaini and E. Noerhayati, "*Anaerobic baffled reactor* (ABR): pengelolaan air limbah komunal pada pesantren Salafiyah Syafi'iyah di Situbondo", *JYOA*, vol. 1, no. 1, pp. 10–19, Feb. 2024, doi: 10.61511/jyoa.v1i1.2024.678.
- [3] O. Purwatiningrum, "*Description of Communal Domestic Wastewater Treatment Plant in* Kelurahan Simokerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya", *JKL*, vol. 10, no. 2, p. 211, Dec. 2018, doi: 10.20473/jkl.v10i2.2018.211-219.
- [4] H. Askari, "Perkembangan Pengolahan Air Limbah", 2015.
- [5] M. A. Mustasyar, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Perancangan Tipikal *Anaerobic Filter* (AF) Untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah Pasar Tradisional Blimbing, Kota Malang".
- [6] M. Filliazati, "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan *Biofilter Aerob* Menggunakan Media *Bioball* Dan Tanaman Kiambang", *JTLB*, vol. 1, no. 1, Dec. 2013, doi: 10.26418/jtlb.v1i1.4028.
- [7] M. E. Nurharista, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (ipal) Di Komplek Pergudangan Sinar Gedangan Kabupaten Sidoarjo", 2024.
- [8] A. T. Budiman and F. S. P. Pangesti, "Perancangan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Penauan Kelurahan Kubangsari Cilegon", vol. 3, no. 2, 2020.
- [9] N. S. Adani and A. Artiyani, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Hotel Kalimarau Dengan Metode *Biofilter Anaerob Aerob*", 2024.
- [10] R. F. R. Dani, "Perencanaan IPAL *Biofilter Anaerob-Aerob* Di Puskesmas Way Halim Kota Bandar Lampung", *RJ*, vol. 15, no. 3, p. 149, Feb. 2022, doi: 10.26630/rj.v15i3.3074.
- [11] F. Mubin, A. Binilang, and F. Halim, "Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado", 2016.