

Analisis Desain Hidrolik IPAL Sistem Biocord dalam Mengatasi Pencemaran Air Pada Danau Duta Harapan

Maruli Nathaniel ^{a*}, Rizka Arbaningrum ^b

^a Department of Civil Engineering, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia

^b Center for Urban Studies, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia

Corresponding Author:

Email: arba13@gmail.com

Keywords:

WTP, Demestic Waste, Anaerobic, Aerobic.

Abstract: *The Wastewater Treatment Plants (WTP) is an engineering structure and equipment and equipment specifically designed to process or treat process residual fluids so that the remainder of the process becomes feasible to be disposed of into the environment. Most of the WTP are permanently installed, usually, the wastewater first flows through the biological treatment stage and then ends in the retreatment stage. Duta Harapan Lake is one of the lakes in the Bekasi area, West Java. Currently, Danau Duta Harapan WTP is still redesigning it so that it is not operating optimally. This research serves to design the WTP located at Duta Harapan Lake to meet the requirements of the minister of environment regulation no. 68 of 2016, concerning the quality standards of domestic wastewater. Domestic wastewater generated by Duta Harapan housing which is assumed to contain 500 households dispose of wastewater through housing drainage to be filtered by WTP for 400 m³ / day. To manage the waste, an anaerobic-aerobic WTP is planned which consists of an initial settling basin zone, anaerobic zone, an aerobic zone, and a final settling zone or a polishing zone equipped with biocord filter media. From the WTP processing, it is estimated that the quality of domestic wastewater will be BOD: 2 mg / l, COD: 5 mg / l, and TSS: 2 mg / l.*

Copyright © 2021 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Danau adalah salah satu bentuk ekosistem yang menempati daerah yang relatif lebih kecil pada permukaan bumi dibandingkan dengan habitat laut dan daratan, danau juga merupakan perairan yang terdapat didaratan yang tidak memiliki kriteria khusus. Hilangnya ekosistem danau mengakibatkan berkurangnya cadangan air tanah pada suatu kawasan atau wilayah yang akan mengancam ketersediaan air bersih bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia dan merupakan salah satu siklus hidrologi. Pencemaran air juga merupakan masalah global yang membutuhkan evaluasi dan revisi kebijakan sumber daya air pada semua tingkat (dari tingkat internasional hingga sumber air pribadi dan sumur). Pencemaran dibagi menjadi 3 kelas jenis limbah yaitu; Limbah organik, limbah organik merupakan limbah yang berasal dari jaringan organisme yang mudah untuk diuraikan, contoh limbah organik antara lain tumbuhan yang sudah layu, sisa sayuran, serta kotoran makhluk hidup. Limbah anorganik, limbah anorganik merupakan limbah hasil industri (B2) yang berasal dari bahan-bahan non hayati serta sulit untuk diuraikan. Limbah B3, limbah B3 adalah limbah bahan beracun dan berbahaya dari limbah industri yang menggunakan bahan kimia berbahaya seperti, mercury, timbal, tumpahan minyak, dan lain-lainnya.

Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah di alam dan sangat penting bagi makhluk hidup yang ada di bumi, menurut The United States Geological Survey Water Science School sebanyak 71% permukaan bumi tertutupi oleh air. Sumber daya air tawar yang ada di bumi hanya sebanyak 2,59% dari seluruh volume air, sebanyak 1.98% dalam bentuk es di kutub dan 0,59% sebagai air tanah. Sisanya 0,014% terdapat di sungai sebanyak 0,0001%, biota (0,0001%), uap air (0,0001%), kelembapan air tanah (0,005%), dan danau (0,007%) (Soerjani, 1997). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan sebuah struktur teknik dan perangkat peralatan beserta perlengkapannya yang

dirancang secara khusus untuk memproses atau mengolah cairan sisa proses, sehingga sisa proses tersebut menjadi layak dibuang ke lingkungan.

IPAL biocord merupakan sistem pengolahan air limbah baru yang dibuat di Jepang. IPAL biocord dikenalkan kepada Indonesia melalui MR. Cahya Koichi Suzuki. Biocord sendiri merupakan serat sintesis yang berfungsi sebagai sarang mikroorganisme. IPAL biocord baru diaplikasikan pada Kota Bekasi, Bandung dan Cikarang. IPAL sistem biocord ialah teknologi pemurnian air yang berfungsi untuk menjaga kualitas air dan lingkungan dari pencemaran limbah rumah tangga (domestik) maupun industri golongan B2, Sehingga dengan penggunaan Wetland Biocord dapat membantu penjernihan air sehingga air yang sudah dimurnikan oleh Wetland Biocord dapat layak dibuang ke lingkungan.

Danau Duta Harapan adalah danau ke dua yang membuat IPAL biocord setelah dibangun pada Perumahan Galaxy. Pembuatan IPAL biocord pada Danau Duta Harapan dibangun pada tahun 2020 dan masih pada tahap pembenaran karena terjadi re-design yang disebabkan debit yang dialirkan tidak sesuai dengan yang direncanakan, sehingga membuat IPAL yang ada pada Danau Duta Harapan belum bisa beroperasi secara maksimal. Danau Duta Harapan berlokasi di perumahan Duta Harapan Bekasi Utara, danau ini berfungsi sebagai tempat pembuangan saluran air penduduk perumahan Duta Harapan. Danau Duta Harapan selain dijadikan sebagai tempat pembuangan saluran air perumahan, dijadikan juga sebagai objek wisata Kota Bekasi, maka dari itu Pemerintahan Provinsi Jawa Barat merencanakan pembuatan penjernihan air Danau Duta Harapan yang diharapkan air yang berada pada Danau Duta Harapan dapat digunakan sebaik mungkin.

IPAL pada Danau Duta Harapan saat ini masih dalam tahap konstruksi sehingga belum dapat dipastikan hasil dari kualitas air yang dihasilkan oleh IPAL, serta dalam pendesainan IPAL terjadi adanya perubahan desain, sehingga dibutuhkannya kajian terhadap IPAL biocord yang sedang direncanakan di Danau Duta Harapan dan diharapkan dari hasil kajian ini dapat merencanakan desain yang sesuai dengan SNI 8455:2017 tentang 'Perencanaan pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem reactor anaerobik bersekat (SRAB)".

2. DATA DAN METODE

2.1. Obyek Penelitian

Obyek penelitian di lakukan pada Danau Duta Harapan, Perumahan Duta Harapan, Klurahan Harapan Baru, Kecamatan Bekasi Utara. Danau Duta Harapan berfungsi sebagai tempat destinasi rekreasi serta sebagai tempat resapan air tanah dan juga penampungan air hujan yang bertujuan untuk mencegah banjir.



Gambar 1. Denah RW.011 & RW.016 Perumahan Duta Harapan Baru dan Denah Lokasi Danau Duta Harapan (Google Earth)

Pembangunan IPAL biocord pada Danau Duta Harapan nantinya akan dibangun pada 3 pintu masuk air drainase menuju danau. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti berada pada lingkaran merah dan biru, serta pembangunan IPAL pertama dari tiga bangunan IPAL yang akan dibangun. Pintu aliran air

drainase yang menuju ke bangunan IPAL berasal dari RW.011 dan RW.016 Perumahan Duta Harapan Baru, RW.011 ditandai pada zona berwarna biru, sedangkan RW.016 ditandai pada zona berwarna merah.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian menggunakan metode wawancara terhadap pihak pengurus dari RW.011 dan RW.016, serta menggunakan data primer dan sekunder. Hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti terhadap pihak pengurus mendapatkan respon baik dari pihak pengurus RW. Hasil wawancara pada pihak pengurus RW.011 dan RW.016 dapat disimpulkan bahwa terdapat 500 rumah atau 500 Kepala Keluarga (KK), serta hasil rata-rata jumlah penghuni dalam 1 rumah atau 1 KK sebanyak 4 jiwa.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data yang digunakan adalah dengan pengolahan sistem biocord. Dalam pengolahan data ini dibagi menjadi beberapa tahap.

- Tahap pertama yang dilakukan adalah menentukan jumlah kebutuhan air bersih dan air kotor dari setiap rumah yang akan dialirkan ke bangunan IPAL. Tahapan pertama dilakukan untuk dapat menentukan kebutuhan air, dengan menggunakan tabel 2.3 tentang Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 122 tahun 2005 sebagai acuan peneliti untuk dapat menentukan kebutuhan air bersih dan air kotor dari perumahan Duta Harapan.
- Tahapan kedua yaitu melakukan survei ke area lokasi penelitian untuk menganalisa dimensi bangunan IPAL yang sesuai dengan lokasi. Tahapan kedua melakukan analisa yang dilakukan dengan cara mengukur luas daerah yang akan dibangun IPAL.
- Tahapan ketiga adalah penentuan debit air limbah, Tahapan ketiga dilakukan analisis untuk dapat mengetahui jumlah kebutuhan air bersih dan air kotor dari setiap rumah yang akan dialirkan ke bangunan IPAL.
- Tahapan keempat adalah pengujian alat pendukung bangunan IPAL Tahapan keempat melakukan pengujian nilai konsentrasi BOD, COD dan, TSS pada air limbah Danau Duta Harapan pada UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN Kota Bekasi, untuk mengetahui nilai konsentrasi juga dapat menggunakan tabel 2.1 untuk menentukan nilai BOD, COD, dan TSS.
- Tahap kelima, pada tahapan ini melakukan perhitungan perbandingan efisiensi. Tahapan kelima melakukan perbandingan efisiensi guna bertujuan untuk menentukan saluran inlet dan outlet dari setiap kompartemen dan menentukan nilai reduksi yang terjadi
- Tahap keenam atau tahapan yang terakhir adalah melakukan pendesainan gambar IPAL. Tahapan keenam melakukan pendesainan IPAL guna untuk dapat merancang bentuk yang dapat sesuai dengan perhitungan dan luas lahan yang sebenarnya serta tetap berpacu pada SNI 8445:2017 dalam pendesainan. Pendesainan IPAL menggunakan aplikasi AutoCAD untuk dapat mendesain IPAL secara objektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyajian Data

Penyajian data pada BAB IV berupa hasil dan analisis yang dilakukan oleh peneliti dan dilakukan pada saat pandemik COVID-19 yang sedang berlangsung.

Perencanaan data yang digunakan berupa data sekunder, data sekunder yang digunakan adalah data populasi penduduk. Adapun data primer yang diperoleh oleh peneliti secara observasi langsung seperti wawancara terhadap pengelola IPAL biocord Danau Duta Harapan untuk mendapatkan informasi mengenai data kondisi danau.

Penyajian data karakteristik yang dilakukan oleh peneliti pada UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN Kota Bekasi terdapat kesalahan teknis sehingga nilai hasil uji lab yang dilakukan oleh

peneliti tidak akurat. Data karakteristik pada UPTD Laboratorium Lingkungan antara lain sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Lab UPTD Laboratorium Lingkungan Kota Bekasi

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	Metode Pengujian
1	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/l	31,5	30	SNI 6989.3.2019
2	Kebutuhan Oksigen Kimiawi	mg/l	149,40	30	SNI 6989.73.2009
3	Kebutuhan Oksigen Biologi	mg/l	21,60	60	SNI 06-6989.73:2009

Karena hasil pada uji laboratoium yang dilakukan menunjukkan hasil yang tidak akurat, yang dapat terlihat pada nilai hasil uji yang hampir memenuhi persyaratan nilai baku mutu, maka peneliti menggunakan data penelitian terdahulu. mengenai nilai karakteristik air limbah domestik untuk mendapatkan nilai BOD, COD, dan TSS.

Tabel 2. Karakteristik Tipikal Air Limbah Domestik

Kontaminan	Unit	Konsentrasi		
		Low Strength	Medium Strength	High Strength
Total Padatan (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Padatan Terlarut (TDS)		270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Mudah Menguap		110	200	340
Total Padatan Tersuspensi (TSS)		120	210	400
Fixed	mg/L	25	50	85
Mudah Menguap		95	160	315
Padatan yang Mengendap (Settleable Solid)	mg/L	5	10	20
Biochemical Oxygen Demand, 5d, 20°C (BOD ₅ , 20°C)	mg/L	110	190	350
Total Organic Carbon (TOC)	mg/L	80	140	260
Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	250	430	800
Nitrogen (total sebagai N)		20	40	70
Organik		8	15	25
Amonia Bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit		0	0	0
Nitrat		0	0	0
Fosforus (total sebagai P)		4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
Inorganik		3	5	8
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak Lemak (Oil and Grease)	mg/L	50	90	100
Senyawa Organik Mudah Menguap (VOCs)	µg/L	< 100	100-400	>400
Total Coliform	No./100 mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100 mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸
Cryptosporidium oocysts	No./100 mL	10 ⁻¹ -10 ⁰	10 ⁻¹ -10 ¹	10 ⁻¹ -10 ²
Giardia lamblia cysts	No./100 mL	10 ⁻¹ -10 ¹	10 ⁻¹ -10 ²	10 ⁻¹ -10 ³

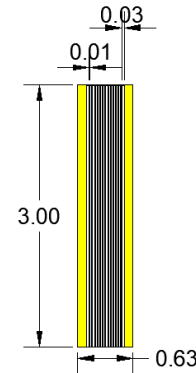
Sumber . Metcaff & Eddy (2003)

3.2 Desain Bar Screen

Bar screen adalah filter mekanis yang digunakan untuk melakukan penyaringan benda besar seperti kain, plastik, dan sampah dedaunan dari air limbah yang terdapat pada saluran drainase. Bar screen dipasang pada pintu air saluran drainase yang menuju danau agar dapat memaksimalkan penyaringan limbah serta untuk tidak mengganggu proses reduksi IPAL. Perhitungan jumlah bukaan menggunakan rumus sebagai berikut:

- Lebar bukaan = 0,03 m
- Lebar batang bar screen = 0,01 m
- Jumlah bukaan = $\frac{0,5 \text{ m}}{(0,03 \text{ m} + 0,01 \text{ m})}$
= 12,5 → 13 bukaan
- Jumlah batang = 13 batang

Dari perhitungan didapatkan *bar screen* dengan jumlah bukaan 13 dan jumlah batang 12, lebar bukaan sebesar 3 cm serta lebar batang *bar screen* 1 cm.



Gambar 2. Desain Bar Screen

3.3 Desain Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal berfungsi sebagai pengurang partikel padat yang tersuspensi pada air limbah dengan mengendapkan air limbah pada bak selama waktu tertentu. Unit ini diharapkan dapat mengendapkan nilai BOD dan COD sebesar 50% - 70%, sedangkan nilai TSS sebesar 30% - 40%. Kriteria bak pengendap awal berdasarkan Sakti Siregar, adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------------|
| • Waktu tinggal | = 6 jam | • CODinlet | = 430 mg/l |
| • Debit air limbah domestik | = 400 m ³ /hari | • TSSinlet | = 210 mg/l |
| • Efisiensi BOD | = 30% | • BODoutlet | = 70% x 190 mg/l = 133 mg/l |
| • Efisiensi COD | = 30% | • CODoutlet | = 70% x 430 mg/l = 301 mg/l |
| • Efisiensi TSS | = 60% | • TSSoutlet | = 40% x 210 mg/l = 84 mg/l |
| • BODinlet | = 190 mg/l | | |

Pada bagian konsentrasi medium strength, dengan nilai BOD: 190 mg/l, COD: 430 mg/l dan, TSS: 210 mg/l. Dari perhitungan didapatkan reduksi untuk parameter BOD dari 190 mg/l tereduksi menjadi 133 mg/l, COD dari 430 mg/l tereduksi menjadi 301 mg/l, dan TSS dari 210 mg/l tereduksi menjadi 84 mg/l. Untuk menghitung Volume Bak pengendap awal menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Vol. bak yang diperlukan} &= \frac{6 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 400 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 100 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Besar BOD, COD, dan TSS yang Tereduksi Pada Bak Pengendap Awal

Beban BOD, COD, dan TSS pada limbah cair dapat dicari dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- | | |
|---|--|
| • Beban BOD, COD, dan TSS pada limbah cair : | |
| Beban BOD = 400 m ³ /hari x 0,19 Kg/m ³ | |
| = 76 Kg/hari | |
| Beban COD = 400 m ³ /hari x 0,43 Kg/m ³ | |
| = 172 Kg/hari | |
| Beban TSS = Q _{limbah} x TSS _{inlet} | |
| = 400 m ³ /hari x 0,21 Kg/m ³ | |
| = 84 Kg/hari | |
| • Besar BOD, COD, dan TSS yang dihilangkan : | |
| BOD _{reduksi} = 30% x 76 Kg/hari | |
| = 22,8 Kg/hari = 0,95 Kg/jam | |
| COD _{reduksi} = 30% x 172 Kg/hari | |
| = 51,6 Kg/hari = 2,2 Kg/jam | |
| TSS _{reduksi} = 60% x 84 Kg/hari | |
| = 50,4 Kg/hari = 2 Kg/jam | |

3.4 Desain Bak Anaerob

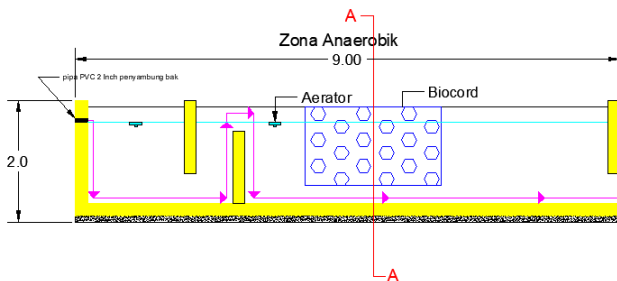
Bak anaerob direncanakan terdiri dari beberapa kompartemen dan juga dilengkapi dengan media biofilter. Kriteria perencanaan bak anaerob berdasarkan Sakti Siregar, adalah sebagai berikut:

Dimensi Bak

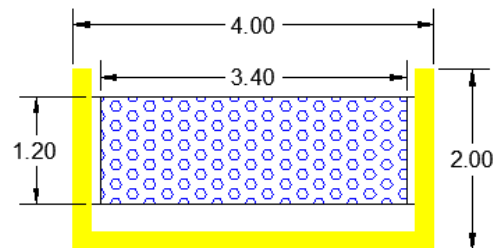
- Debit air limbah = 400 m³/hari
- Panjang = 9 m (sesuai dengan kondisi lapangan)
- Lebar = 4 m (sesuai dengan kondisi lapangan)
- Kedalaman = 1,5 m
- Tinggi ruang bebas = 0,5 m
- Tinggi = 1,5 + 0,5 = 2 m
- Volume Efektif = 9 x 4 x 1,5 = 54 m³
- Volume Bak = 9x4x2 = 72 m³
- Tebal dinding = 20 cm

Dimensi Kompartemen

- Kedalaman = 1,5 m
- Panjang bak anaerob = 9 m
- Lebar = 4 m
- Jumlah kompartemen = 3 buah (zona aerob, Anaerob dan polishing)
- Panjang kompartemen = 9/4 = 2,25 m



Gambar 3. Desain Bak Anaerobik



Gambar 4. Desain Potongan Bak Anaerobik

Efisiensi Bak Anaerob

- Efisiensi TSS = $\frac{210 \text{ mg/l} - 30 \text{ mg/l}}{210 \text{ mg/l}} \times 100\%$
= 0,87 = 87%
- Efisiensi COD = 0,65 x 0,86 x 0,91 x 0,829 x 1,12
= 0,47 = 47%
- Nilai Faktor Anaerob:
Faktor = (0,47 - 0,5) x (0,065/0,25) + 1,06
= 1,0522
Efisiensi BOD = 1,0522 x 0,75
= 0,49 = 49%
- Penurunan BOD = 49% x 133 mg/l
= 65,17 mg/l
BOD_{outlet} = 133 mg/l - 65,17 mg/l
= 67,83 mg/l
- Penurunan COD = 47% x 301 mg/l
= 141,47 mg/l
COD_{outlet} = 301 mg/l - 141,47 mg/l
= 159,53 mg/l
- Penurunan TSS = 87% x 84 mg/l
= 73 mg/l
TSS_{outlet} = 84 mg/l - 73 mg/l
= 11 mg/l

Dari perhitungan tersebut didapatkan reduksi pada bak anaerob untuk parameter BOD dari 133 mg/l tereduksi menjadi 67,83 mg/l, COD dari 301 mg/l tereduksi menjadi 159,53 mg/l, dan TSS dari 84 mg/l tereduksi menjadi 11 mg/l.

Besar BOD, COD, dan TSS yang Tereduksi Pada Bak Pengendap Awal

- Beban BOD, COD, dan TSS pada limbah cair :
 - Beban BOD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,19 \text{ Kg}/\text{m}^3$
= 76 Kg/hari
 - Beban COD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,43 \text{ Kg}/\text{m}^3$
= 172 Kg/hari
 - Beban TSS = $Q_{\text{limbah}} \times \text{TSS}_{\text{inlet}}$
= $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,21 \text{ Kg}/\text{m}^3$
= 84 Kg/hari
- Besar BOD, COD, dan TSS yang dihilangkan :
 - $\text{BOD}_{\text{reduksi}} = 30\% \times 76 \text{ Kg}/\text{hari}$
= 22,8 Kg/hari = 0,95 Kg/jam
 - $\text{COD}_{\text{reduksi}} = 30\% \times 172 \text{ Kg}/\text{hari}$
= 51,6 Kg/hari = 2,2 Kg/jam
 - $\text{TSS}_{\text{reduksi}} = 60\% \times 84 \text{ Kg}/\text{hari}$
= 50,4 Kg/hari = 2 Kg/jam

3.5 Desain Bak Aerob

Bak aerob dilengkapi dengan media filter dan blower udara sebagai aerator. Bak aerob filter ini mempunyai efisiensi 75% - 95% (Said, 2012). didapatkan nilai reduksi pada bak anaerob untuk parameter BOD dari 67,83 mg/l tereduksi menjadi 13,57 mg/l, COD dari 159,53 mg/l tereduksi menjadi 31,91 mg/l, dan TSS dari 11 mg/l tereduksi menjadi 2,2 mg/l.

Besar BOD, COD, dan TSS yang Tereduksi Pada Bak Aerob

- Beban BOD, COD, dan TSS pada air limbah cair
 - Beban BOD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,06783 \text{ kg}/\text{m}^3$
= 27,1 kg/hr
 - Beban COD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,15953 \text{ kg}/\text{m}^3$
= 63,8 kg/hr
 - Beban TSS = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,011 \text{ kg}/\text{m}^3$
= 4,4 kg/hr
- Besar BOD, COD, dan TSS yang dihilangkan
 - $\text{BOD}_{\text{reduksi}} = 90\% \times 27,1 \text{ kg}/\text{hari}$
= 24,4 kg/hari = 1 kg/jam
 - $\text{COD}_{\text{reduksi}} = 90\% \times 63,8 \text{ kg}/\text{hari}$
= 57,4 kg/hari = 2,4 kg/jam
 - $\text{TSS}_{\text{reduksi}} = 90\% \times 4,4 \text{ kg}/\text{hari}$
= 4 kg/hari = 0,2 kg/jam

Volume Bak Aerob

$$\text{Volume media filter} = (400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,06783 \text{ kg}/\text{m}^3)/2$$

$$= 13,6 \text{ m}^3$$

Diperkirakan volume media filter sebesar 50% dari volume efektif bak aerob.

$$\text{Volume bak aerob} = \frac{100}{50} \times 13,6 \text{ m}^3$$

$$= 27,2 \text{ m}^3$$

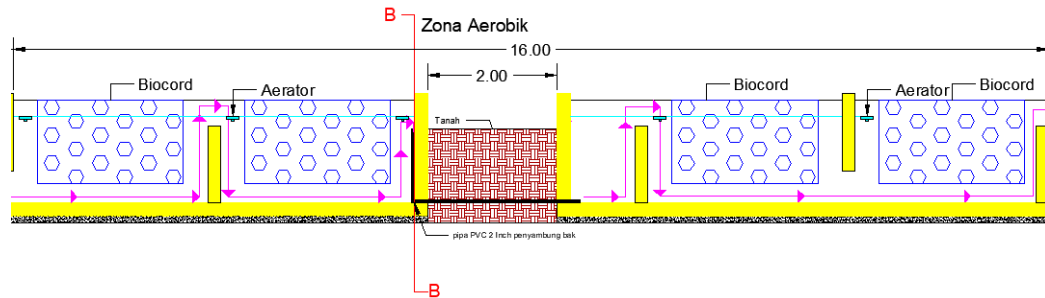
Perencanaan bak aerob:

Ruang media filter

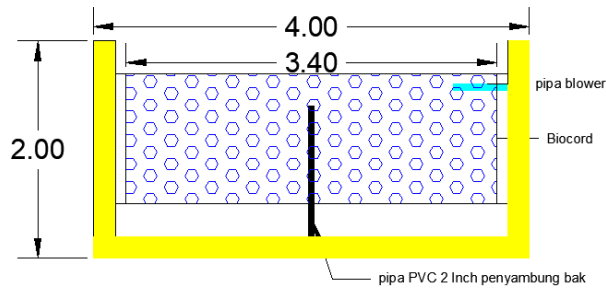
- Panjang = 14 m (sesuai dengan kondisi lapangan)
- Lebar = 4 m (sesuai dengan kondisi lapangan)
- Kedalaman = 1,5 m
- Tinggi ruang bebas = 0,5 m
- Tinggi = 2 m
- Volume efektif = 84 m³
- Volume bak media filter = 112 m³
- Tebal Dinding = 20 cm

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{112 \text{ m}^3}{400 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24$$

$$= 6,7 \text{ jam} = 7 \text{ jam}$$



Gambar 5. Desain Bak Aerob



Gambar 6. Desain Potongan Bak Aerob

3.6 Desain Bak Pengendap Akhir

Unit ini diharapkan dapat mengendapkan 85% padatan TSS serta menyisihkan 15% material organik (BPPT, 2002).

Perencanaan pada bak pengendap akhir adalah sebagai berikut:

- | | |
|---|--|
| • Waktu tinggal = 3 jam | • TSS_{inlet} = 2,2 mg/l |
| • Debit air limbah = 400 m ³ /hari | • BOD_{outlet} = 15% x 13,57 mg/l = 2 mg/l |
| • Efisiensi BOD = 15% | • COD_{outlet} = 15% x 31,91 mg/l = 5 mg/l |
| • Efisiensi COD = 15% | • TSS_{outlet} = 85% x 2,2 mg/l = 2 mg/l |
| • Efisiensi TSS = 85% | |
| • BOD_{inlet} = 13,57 mg/l | |
| • COD_{inlet} = 31,91 mg/l | |
| • TSS_{inlet} = 2,2 mg/l | |
| • BOD_{outlet} = 15% x 13,57 mg/l = 2 mg/l | |
| • COD_{outlet} = 15% x 31,91 mg/l = 5 mg/l | |
| • TSS_{outlet} = 85% x 2,2 mg/l = 2 mg/l | |

Untuk mendapatkan volume bak yang diperlukan menggunakan rumus sebagai berikut:

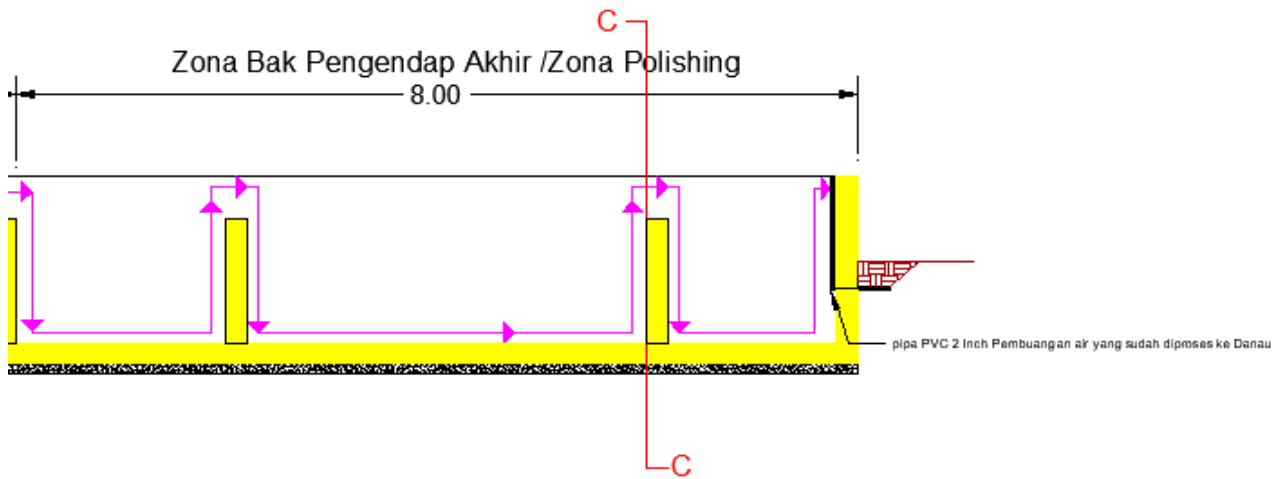
$$\text{Volume bak yang diperlukan} = \frac{3 \text{ jam}}{24} \times 400 \text{ m}^3/\text{hari} = 50 \text{ m}^3$$

Dimensi bak:

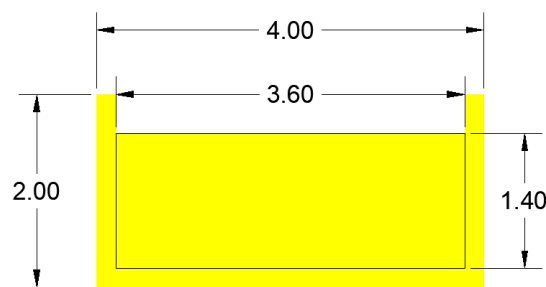
- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| • Panjang = 8 m (sesuai kondisi) | • Tinggi = 2 m |
| • Lebar = 4 m (sesuai kondisi) | • Volume efektif = 48 m ³ |
| • Kedalaman = 1,5 m | • Volume = 64 m ³ |
| • Tinggi ruang bebas = 0,5 m | • Tebal dinding = 20 cm |

Untuk mendapatkan waktu tinggal bak pengendap menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{48}{400 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 2,9 \text{ jam} = 3 \text{ jam}$$



Gambar 7. Desain Bak Pegendap Akhir



Gambar 8. Desain Potongan C-C Bak Pengendap Akhir

Besar BOD, COD, dan TSS yang Tereduksi Pada Bak Pengendap Awal

- Beban BOD, COD, dan TSS pada air limbah cair
 - Beban BOD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,01357 \text{ kg}/\text{m}^3 = 5,4 \text{ kg}/\text{hari}$
 - Beban COD = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,03191 \text{ kg}/\text{m}^3 = 12,8 \text{ kg}/\text{hari}$
 - Beban TSS = $400 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,0022 \text{ kg}/\text{m}^3 = 0,9 \text{ kg}/\text{hari}$
- Besar BOD, COD, dan TSS yang dihilangkan
 - $\text{BOD}_{\text{reduksi}} = 15\% \times 5,4 \text{ kg}/\text{hari} = 0,8 \text{ kg}/\text{hari} = 0,03 \text{ kg}/\text{jam}$
 - $\text{COD}_{\text{reduksi}} = 15\% \times 12,8 \text{ kg}/\text{hari} = 1,9 \text{ kg}/\text{hari} = 0,8 \text{ kg}/\text{jam}$
 - $\text{TSS}_{\text{reduksi}} = 85\% \times 0,9 \text{ kg}/\text{hari} = 0,8 \text{ kg}/\text{hari} = 0,03 \text{ kg}/\text{jam}$

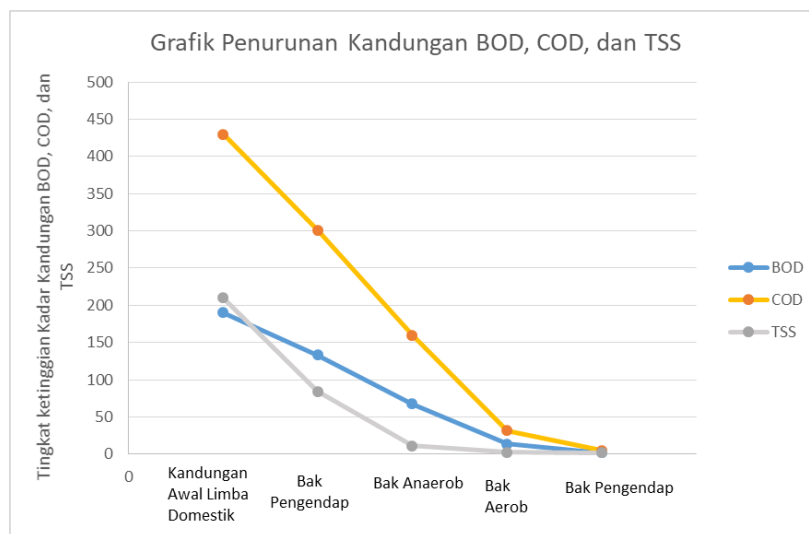
3.7 Perbandingan Kualitas Limbah Domestik Danau Duta Harapan

Setelah melakukan perhitungan penghematan air maka kita dapat melihat kategori kualitas effluent dan perkiraan efisiensi pada tiap-tiap ruang IPAL diantaranya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Penurunan Kandungan BOD, COD, dan TSS Dari Tiap-tiap Proses

No	Bangunan Pengelolaan	Satuan	BOD	COD	TSS	
1	Bak Pengendap Awal	Reduksi	Kg/hari	22,8	51,6	50,4
			Kg/jam	0,95	2,2	2
		Inlet	mg/liter	190	430	210
		Outlet	mg/liter	133	301	84
2	Bak Anaerob	Reduksi	Kg/hari	22,8	51,6	50,4
			Kg/jam	0,95	2,2	2
		Inlet	mg/liter	133	301	84
		Outlet	mg/liter	67.83	159.53	11

No	Bangunan Pengelolaan	Satuan	BOD	COD	TSS	
3	Bak Aerob	Reduksi	Kg/hari	24,4	57,4	4
			Kg/jam	1	2,4	0.2
		Inlet	mg/liter	67.83	159.53	11
		Outlet	mg/liter	13.57	31.91	2.2
4	Bak Pengendap Akhir atau Bak Polishing	Reduksi	Kg/hari	0,8	1,9	0,8
			Kg/jam	0,03	0,8	0,03
		Inlet	mg/liter	13.57	31.91	2.2
		Outlet	mg/liter	2	5	2



Gambar 9. Grafik Penurunan Kandungan BOD, COD, dan TSS

Tabel 4. Perbandingan Kandungan BOD, COD, dan TSS Dengan Baku Mutu

Parameter	Kadar (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)
BOD	2	30
COD	5	100
TSS	2	30

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap air limbah domestik yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kapasitas bak IPAL pada Danau Duta Harapan:
 - Bak anaerob, dengan ukuran panjang 9 m, lebar 4m, dan tinggi 2 m, dapat menghasilkan volume bak anaerob sebesar 72 m³.
 - Bak aerob, dengan ukuran panjang 14 m, lebar 4m, dan tinggi 2 m, dapat menghasilkan volume bak anaerob sebesar 112 m³.
 - Bak pengendap akhir, dengan ukuran panjang 8 m, lebar 4m, dan tinggi 2 m, dapat menghasilkan volume bak anaerob sebesar 64 m³.
- Reduksi kandungan BOD, COD, dan TSS:
 - Bak pengendap awal untuk air limbah domestik yang masuk (inlet) memiliki kandungan BOD 190 mg/l, COD 430 mg/l, TSS 210 mg/l. Setelah diproses pada bak pengendap awal air limbah domestik yang keluar (outlet) tereduksi menjadi BOD 133 mg/l, COD 301 mg/l, TSS 84 mg/l.

- Bak anaerob untuk air limbah domestik yang masuk (inlet) memiliki kandungan BOD 133 mg/l, COD 301 mg/l, TSS 84 mg/l. Setelah diproses pada bak pengendap awal air limbah domestik yang keluar (outlet) tereduksi menjadi BOD 67,83 mg/l, COD 159,53 mg/l, TSS 11 mg/l.
- Bak aerob untuk air limbah domestik yang masuk (inlet) memiliki kandungan BOD 67,83 mg/l, COD 159,53 mg/l, TSS 11 mg/l. Setelah diproses pada bak pengendap awal air limbah domestik yang keluar (outlet) tereduksi menjadi BOD 13,57 mg/l, COD 31,91 mg/l, TSS 2,2 mg/l.
- Bak pengendap akhir untuk air limbah domestik yang masuk (inlet) memiliki kandungan BOD 13,57 mg/l, COD 31,91 mg/l, TSS 2,2 mg/l. Setelah diproses pada bak pengendap awal air limbah domestik yang keluar (outlet) tereduksi menjadi BOD 2 mg/l, COD 5 mg/l, TSS 2 mg/l.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sampaikan ucapan terima kasih kepada pihak uptd PALD Kota Bekasi yang senang tiasa memberikan bantuan serta informasi yang diperlukan dan Dinas Perkimtan Kota Bekasi yang telah memberikan informasi.

REFERENSI

- Agustin, E. S. (2016). *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD DR. M. Soewandhie Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., & Reckerzügel, T. (2009). Decentralised wastewater treatment systems (DEWATS) and sanitation in developing countries. *BORDA, Bremen*.
- Handayani, C. I., Arthana, I. W., & Merit, I. N. (2011). "Identifikasi Sumber Pencemar dan Tingkat Pencemaran Air di danau Batur Kabupaten Bangli. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan*". *Journal of Environmental Science*, 6(1), 37-43.
- Metcalf & Eddy, Burton, F. L., Stensel, H. D., & Tchobanoglous, G. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. McGraw Hill.
- Metcalf, L., Eddy, H. P., & Tchobanoglous, G. (1991). *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse* (Vol. 4). New York: McGraw-Hill
- Niswita, R. H. (2016). *Pengelolaan Limbah Cair Domestik dengan Proses Elektrokoagulasi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah
- Rahmawati, P. (2014). "Pengelolaan Metode Ipal (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Dalam Mengatasi Pencemaran Air Tanah Dan Air Sungai" (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). Diunduh pada tanggal 26 Januari 2021
- Siregar, S. A. (2005). *Instalasi pengolahan air limbah*. Kanisius.
- SNI (8455:2017). Perencanaan pengolahan air limbah rumah tangga dengan reactor anaerobic system bersekat/baffle (RASB)
- Susana, T. (2003). "Air sebagai sumber kehidupan". *Jurnal Oseana*, 28(3), 22.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin, S. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229-238.
- Yolanda, Y. (2019). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Home Industri Tahu Tempe Lampung Tengah Dengan Metode Biogas Di Desa Gaya Baru Dua Kecamatan Seputih Surabaya Kabupaten Lampung Tengah Tahun 2019* (Doctoral dissertation, poltekkes tanjungkarang).