

Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Dipo Lokomotif dengan Alternatif *Anaerobic Filter* dan *Anaerobic Baffle Reactor*

Dynar Riski Amalia^{1*}, Ahmad Erlan Afiuddin², Moch Luqman Ashari³

¹ Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

² Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail : dynariskiamalia@gmail.com

Abstrak

Dipo lokomotif merupakan bengkel untuk perawatan dan pemeliharaan lokomotif kereta api. Perawatan dan pemeliharaan kereta menghasilkan limbah oli yang bercampur dengan air hasil pencucian dan perawatan kereta. Limbah cair yang tercampur oli jika langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Pengolahan limbah cair di Dipo lokomotif dilakukan dengan membangun suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL). IPAL tersebut memiliki beberapa masalah, pada unit filtrasi, limbah tidak mampu diolah dengan baik karena kondisi unit filter yang tidak terawat dan material terbuat dari bahan yang mudah korosi jika terkena limbah tersebut. IPAL dipo lokomotif juga tidak terdapat unit pemisah minyak dan air limbah. Debit yang dihasilkan dari limbah dipo lokomotif sebesar 25 m³/hari sedangkan unit filter hanya mampu mengolah sebesar 19 m³/hari, untuk mengolah limbah cair dipo lokomotif direncanakan menggunakan 2 alternatif yaitu bak *anaerobic filter* dan bak *anaerobic baffle reactor*. Instalasi yang dibutuhkan yaitu bak pemisah minyak, bak ekualisasi, bak *anaerobic filter* dan bak *anaerobic baffle reactor*. Bak pemisah minyak digunakan untuk memisahkan minyak pelumas dengan limbah cair dan bak ekualisasi untuk menstabilkan debit. Pada bak *anaerobic filter* efisiensi removal BOD sebesar 86,63 % dan COD sebesar 82,5 %, sedangkan bak *anaerobic baffle reactor* efisiensi removal BOD sebesar 80,27 % dan COD sebesar 74,97 %. Dimensi bak pemisah minyak 0,75 m x 1,5 m x 1,2 m, bak ekualisasi 1,5 m x 2 m x 2 m, *Anaerobic filter* 6,8 m x 2,5 m x 2,5 m, dan *Anaerobic baffle reactor* 14,4 m x 1,8 m x 1,5 m.

Kata Kunci : *Anaerobic filter*, *Anaerobic Baffle Reaktor*, *Dipo Lokomotif*

1. PENDAHULUAN

Dipo lokomotif merupakan bengkel untuk perawatan dan pemeliharaan lokomotif (Putera, 2014) sedangkan dipo kereta adalah bengkel untuk perawatan dan pemeliharaan gerbong kereta. Dalam perawatan dan pemeliharaan kereta menghasilkan limbah oli yang bercampur dengan air hasil pencucian dan perawatan kereta. Limbah cair yang tercampur oli jika langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Limbah oli termasuk kategori limbah B3. Satu liter dalam limbah oli bekas dapat merusak jutaan liter air segar dan sumber air tanah maupun air sungai dan sangat berbahaya bagi lingkungan (Fitriawan, 2010). Hasil pengujian sampel air limbah dipo lokomotif terdapat kandungan COD sebesar 818,9548 mg/L, BOD sebesar 420 mg/L dan TSS sebesar 52 mg/l dan minyak sebesar 14 mg/L. Dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan cuci kendaraan bermotor air limbah dipo lokomotif belum memenuhi baku mutu.

Dipo lokomotif Sidotopo telah mengolah limbah cair dengan membangun IPAL. IPAL digunakan untuk mengolah limbah cair yang tercampur oli dari proses pencucian dan perawatan lokomotif kereta api. IPAL tersebut terdiri dari sump pit, bar screen, penampung oli dan filter. IPAL dipo lokomotif terdapat beberapa masalah, pada unit filtrasi limbah tidak mampu diolah dengan baik karena kondisi unit filter yang tidak terawat dan material terbuat dari bahan yang mudah korosi jika terkena limbah tersebut. Filter sederhana yang berasal dari ijuk tidak berjalan dengan baik dan terpaksa harus langsung dibuang ke badan air. Debit yang dihasilkan oleh dipo lokomotif sebesar 25 m³/hari sedangkan filter hanya mampu mengolah air limbah sebesar 19 m³/hari. Unit penampung oli hasil dari pemisahan limbah oli dan air masih terdapat banyak kandungan air yang ikut terbawa karena tidak ada unit pemisah khusus antara oli dan air, dalam IPAL dipo lokomotif proses pemisahan oli dilakukan dengan pompa. Hal itu kurang efisien karena operator harus

berhati-hati dan siaga mematikan pompa jika ada air yang ikut terbawa ke unit pengumpul oli. Permasalahan-permasalahan di atas dapat diatasi dengan merencanakan kembali IPAL yang ada.

Perencanaan ulang terhadap IPAL diplo lokomotif Sidotopo dapat menjadi salah satu solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan air limbah di tempat tersebut. Diperlukan pemilihan suatu alternatif proses pengolahan untuk mendapatkan tingkat pengolahan yang baik. Perencanaan ini menggunakan unit pemisah lemak dan bak ekualisasi sebagai unit pengolahan fisik dan digunakan dua alternatif pada pengolahan biologis dengan menggunakan *Anaerobic Filter* (AF) dan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR).

Anaerobik Filter (AF) dan Anaerobik Baffle Reactor (ABR) merupakan unit pengolahan air limbah yang biasa digunakan untuk mengolah limbah domestik maupun limbah industri. AF dan ABR memiliki keunggulan dimana dalam proses pengolahan limbah kedua unit ini memiliki efisiensi yang tinggi, tidak membutuhkan energi yang besar dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan aerob, pengolahannya mudah dan dari segi konstruksi kedua unit ini tidak membutuhkan lahan yang luas dan dapat dibangun dibawah maupun diatas permukaan tanah, maka berdasarkan keunggulan diatas, dipilih alternatif pengolahan Anaerobik Filter dan Anaerobik Baffle Reaktor. Perencanaan ulang IPAL ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi alternatif IPAL untuk mengolah limbah diplo lokomotif jenis kegiatan perawatan kereta api sehingga air limbah tidak mencemari badan air.

2. METODOLOGI

Dilakukan perancangan ulang terhadap instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Dipo Lokomotif jenis kegiatan perawatan kereta api.

Data yang dibutuhkan

1. Data Primer
 - Karakteristik air limbah
 - Dimensi dan Layout IPAL eksisting
2. Data Sekunder
 - Debit air limbah
 - Baku mutu air limbah

Langkah-langkah penyelesaian

Pada perancangan ini langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur
 - Studi literatur menggunakan teks book, jurnal maupun peraturan-peraturan pemerintah.
2. Pengumpulan data
 - Data-data yang dikumpulkan meliputi data-data primer dan sekunder.
3. Analisa data
 - Melakukan pengujian karakteristik air limbah
 - Menghitung penyisihan removal rencana
 - Menghitung dimensi tiap-tiap unit IPAL rencana
 - Membuat kesimpulan dan saran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Debit dan Karakteristik Air Limbah

1. Debit Air Limbah

Debit merupakan hal yang paling utama dalam menentukan perencanaan sebuah unit. Debit air limbah yang dihasilkan diplo lokomotif sebesar 25 m³/hari. Debit tersebut diperoleh dari data industri.

$$\begin{aligned} \text{Debit rata-rata air limbah} &= \frac{25 \text{ m}^3}{\text{hari}} \times \frac{\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah menggunakan data hasil uji laboratorium sampel influen IPAL Diplo Lokomotif. Hasil uji karakteristik air limbah akan dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan cuci kendaraan bermotor. Hasil uji karakteristik air limbah dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 7 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Dipo Lokomotif

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku mutu
1.	Mh	-	6,74	6-9
2.	BOD ₅	mg/L	420	100
3.	COD	mg/L	818,9548	250
4.	TSS	mg/L	52	100
5.	Minyak Lemak	mg/L	14	10
6.	Detergent	mg/L	1,8731	10
7.	Phosphat (P ₂ O ₄)	mg/L	0,14722	10

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2018

Berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa parameter BOD, COD dan Minyak lemak masih melebihi baku mutu, sehingga dibutuhkan alternatif pengolahan yang dapat mengolah polutan tersebut dengan baik.

B. Pertimbangan Pemilihan Unit Pengolahan

Pemilihan unit-unit dari alternatif pengolahan yang dipilih pada dipo lokomotif didasarkan atas beberapa hal yaitu :

1. Pengolahan fisik

Pada dipo lokomotif air limbah yang dihasilkan mengandung minyak atau oli sehingga dalam pengolahannya harus dipisahkan terlebih dahulu kandungan minyak yang dihasilkan sebelum diolah ke unit IPAL selanjutnya, sehingga dipilih bak pemisah minyak pada unit pengolahan fisik. Selanjutnya direncanakan adanya bak ekualisasi untuk mengontrol dan menstabilkan laju debit yang masuk.

2. Pengolahan biologis

Dari hasil uji karakteristik air limbah didapatkan rasio BOD/COD sebesar 0,51. Menurut Metcalf (2014) rasio BOD/COD yang lebih dari 0,5 dijadikan tolak ukur bahwa limbah lebih baik diolah menggunakan pengolahan biologis. Pada perencanaan IPAL dipo lokomotif dipilih menggunakan pengolahan anaerob karena lumpur yang dihasilkan sedikit, kebutuhan energi lebih kecil dan pengolahan jauh lebih mudah dari pengolahan aerob. Unit *Anaerobic filter* dipilih sebagai alternatif pertama dan *Anaerobic baffle reactor* sebagai alternatif kedua karena konstruksi reactor sederhana dan luas lahan yang dibutuhkan tidak besar, karena lahan yang tersedia pada dipo lokomotif hanya sebesar 290 m², dari kriteria pertimbangan diatas direncanakan unit pengolahan limbah dengan dua alternatif unit IPAL.

C. Penyisihan Removal Rencana

Efisiensi removal tiap parameter pada unit *Anaerobic filter* dan *Anaerobic baffle reactor* dipengaruhi oleh beberapa hal seperti, waktu detensi, kualitas air limbah, luas spesifik media, suhu dan kompartemen, setelah dilakukan perhitungan penyisihan removal rencana yang bersumber pada rumus teks book *Decentralised Waste Water Treatment in Developing Countries* oleh Sasse didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 2. Penyisihan Removal Rencana

Alternatif	Efisiensi Penyisihan (%)		
	BOD	COD	TSS
Anaerobic filter	86,63 %	82,5 %	70,35 %
Anaerobic baffle reactor	80,27 %	74,97 %	70,35 %

D. Perhitungan Dimensi IPAL

Perhitungan dimensi IPAL mengacu pada beberapa literatur meliputi teks book *Decentralised Waste Water Treatment in Developing Countries* oleh Sasse, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse Fourth Edition* oleh Metcalf and Eddy baik dalam memperoleh kriteria desain dan perhitungan dimensi. Hasil dari perhitungan tersebut adalah:

1. Bak Pemisah Minyak

Bak pemisah minyak merupakan unit pengolahan air limbah untuk memisahkan minyak sebelum diolah ke unit selanjutnya.

Kriteria Desain :

Waktu tinggal = 24 menit – 2,5 jam

Panjang dan Lebar minimal = 2-3 : 1

Tinggi ruang bebas = 0,2 m- 0,4 m

Direncanakan :

Waktu tinggal = 1 jam

Ketinggian = 1 m

Rasio Panjang : lebar = 2 : 1

Tinggi ruang bebas = 0,2 m

Perhitungan :

Volume = $Q \times t_d$
 = $1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam}$
 = $1,042 \text{ m}^3$

Dimensi bak

A = $\frac{v}{t} = \frac{1,042}{1} = 1,042 \text{ m}^2$

Maka A

= $P \times L$

= $2L \times L$

$0,21 \text{ m}^2 = 2 L^2$

$L^2 = \frac{1,042}{2}$

= 0,521

L = $\sqrt{0,521}$

= 0,72 m = 0,75 m

P = $2 \times 0,75 \text{ m}$

= 1,5

Dimensi bak pemisah minyak berdasarkan perhitungan adalah 0,75 m x 1,5 m x 1,2 m

2. Ekualisasi

Direncanakan :

Jumlah bak = 1 bak

Q = $25 \text{ m}^3/\text{hari}$

= $1,042 \text{ m}^3/\text{jam}$

H_{air} = 1,7 m

Freboard (fb) = 0,3 m

Td = 4 jam

Lebar = 2 m

Perhitungan :

Volume bak = $Q \times t_d$
 = $1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam}$
 = $4,168 \text{ m}^3$

As = $\frac{\text{Volume bak}}{H_{\text{air}}}$

= $\frac{4,168 \text{ m}^3}{1,7 \text{ m}}$

= $2,452 \text{ m}^2$

Panjang = $\frac{As}{L}$

= $\frac{2,452}{2}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2,452 \text{ m}^2}{1,7 \text{ m}} \\
 &= 1,44 = 1,5 \text{ m} \\
 \text{Cek td} &= \frac{(\text{Hair} \times \text{Lebar} \times \text{Panjang})}{\text{Qrata-rata}} \\
 &= \frac{(1,7 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m})}{1,042 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 5,1 \text{ jam (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Dimensi bak ekualisasi berdasarkan perhitungan adalah 1,5 m x 2 m x 2 m.

3. Anaerobic Filter

Kriteria Desain

$$\begin{aligned}
 \text{HRT} &= 24 - 48 \text{ jam} \\
 \text{Up-Flow Velocity (Vup)} &< 2 \text{ m/jam} \\
 \text{Organic Loading Rate (OLR)} &< 4 - 5 \text{ kg COD m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

Direncanakan

$$\begin{aligned}
 Q &= 25 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu Pengaliran} &= 24 \text{ jam} \\
 \text{HRT tiap bak} &= 35 \text{ jam} \\
 \text{Jumlah kompartemen} &= 4 \text{ kompartemen} \\
 \text{Interval Pengurusan} &= 12 \text{ bulan} \\
 \text{Lebar bak} &= 2,5 \text{ m} \\
 \text{Porositas media} &= 98 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{\frac{\text{waktu pengaliran}}{25 \text{ m}^3/\text{hari}}} \\
 &= \frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Kedalaman air (H}_{\text{air}}) &= 2,2 \text{ m} \\
 \text{Tinggi air diatas media} &= 0,4 \text{ m} \\
 \text{Jarak dibawah media} &= 0,6 \text{ m} \\
 \text{Tebal Plat penyangga} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Freboard} &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Tinggi bak (H}_{\text{bak}}) &= \text{H}_{\text{air}} + \text{Fb} \\
 &= 2,2 + 0,3 \\
 &= 2,5 \text{ m} \\
 \text{H}_{\text{filter}} &= \text{H}_{\text{bak}} - 0,4 \text{ m} - 0,6 \text{ m} - 0,05 \text{ m} \\
 &= 1,45 \text{ m} \\
 \text{Volume bak (V}_{\text{bak}}) &= \frac{Q}{\left(\frac{\text{HRT}}{24}\right)} \\
 &= \frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{\left(\frac{35}{24}\right)} \\
 &= 17,12 \text{ m}^3 \\
 \text{Panjang komp (P}_{\text{komp}}) &= \frac{V_{\text{bak}}}{(\text{Hair} \times 0,25) + (\text{L}_{\text{bak}} \times \text{Hair} \times \text{H}_{\text{filter}} (1 - \text{Pm}))} \\
 &= \frac{17,12 \text{ m}^3}{\frac{4}{(2,2 \times 0,25) + (2,5 \text{ m} \times 2,2 - 1,45 \text{ m} (1 - 0,98))}} \\
 &= 0,71 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Cek Kriteria Desain

$$\begin{aligned}
 \text{HRT} &= \left(\frac{(\text{Hair} - \text{H}_{\text{filter}} \times (1 - \text{pm}) \times \text{P}_{\text{komp}} \times \text{L}_{\text{bak}} \times \text{n})}{\frac{Q}{24}} \right) \\
 &= \left(\frac{(2,2 \text{ m} - 1,45 \text{ m} \times (1 - 0,98) \times 0,71 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 4)}{\frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{24}} \right) \\
 &= 14,8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Karena HRT jauh di bawah HRT yang direncanakan, maka panjang tiap kompartemen diperpanjang menjadi 1,7 m

$$\begin{aligned}
 P_{komp} &= 1,7 \text{ m} \\
 HRT &= \left(\frac{(H_{air} - H_{filter} \times (1 - pm)) \times P_{komp} \times L_{bak} \times n}{\frac{Q}{24}} \right) \\
 &= \left(\frac{(2,2 \text{ m} - 1,45 \text{ m} \times (1 - 0,98)) \times 1,71 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 4}{\frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{24}} \right) \\
 &= 35,4 \text{ jam (sesuai yang direncanakan)} \\
 V_{up} &= \frac{Q_{peak}}{(P_{komp} \times L_{bak} \times P_m)} \\
 &= \frac{1,042 \text{ m}^3/\text{jam}}{(1,7 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,98 \text{ m})} \\
 &= 0,24 \text{ m}^3/\text{jam (memenuhi)} \\
 OLR &= \frac{(H_{filter} \times P_{komp} \times L_{bak} \times n \times P_m)}{20,48 \text{ kg/hari}} \\
 &= \frac{(1,45 \times 1,7 \times 2,5 \times 4 \times 0,98)}{20,48 \text{ kg/hari}} \\
 &= 0,84 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Dimensi tiap kompartemen bak anaerob yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 1,7 m x 2,5 m x 2,5 m

4. Anaerobik Baffle Reaktor

Kriteria Desain

Organic Loading Rate (OLR)	< 3 kg COD/m ³ . Hari
Up-flow Velocity (Vup)	≤ 1,1 m/jam
HRT Anaerobic filter	≥ 12 jam
Kedalaman outlet	Maksimum 2,2
Jumlah ruang	4-6 ruang

Direncanakan

Q	= 25 m ³ /hari
Waktu Pengaliran	= 24 jam
HRT tiap bak	= 16 jam
Jumlah kompartemen	= 4 kompartemen
Hair	= 1,5
Up-flow Velocity (Vup)	= 1 m/jam

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{\text{waktu pengaliran}} \\
 &= \frac{25 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Debit per unit} &= \frac{Q}{\text{jumlah unit}} \\
 &= \frac{1,042 \text{ m}^3/\text{jam}}{1} \\
 &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Panjang Kompartemen} &= \frac{1}{H_{air}} \times 0,4 \\
 &= \frac{1}{1,5} \times 0,4 \\
 &= 0,27 \\
 \text{Lebar} &= \left(\frac{Q}{\frac{V_{up}}{\text{panjang komp}}} \right) \\
 &= \left(\frac{1,042 \text{ m}^3/\text{jam}}{\frac{1 \text{ m}/\text{jam}}{0,6}} \right) \\
 &= 1,74 \text{ m} \\
 &= 1,8 \text{ m} \\
 \text{Volume aktual ABR} &= 0,6 \times 1,8 \times 1,5 \times 4 \\
 &= 6,48 \text{ m}^3 \\
 \text{Sludge Volume} &= 5 \% \times \text{Volume aktual ABR} \\
 &= 0,324 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume air} &= 6,48 \text{ m}^3 - 0,324 \text{ m}^3 \\
 &= 6,156 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Cek Kriteria Desain

$$\begin{aligned} \text{Cek HRT} &= \left(\frac{\text{Volume air}}{Q} \right) \\ &= \left(\frac{6,156}{24 \text{ jam}} \right) \\ &= \left(\frac{25 \text{ m}^3 / \text{hari}}{24 \text{ jam}} \right) \\ &= 5,9 \text{ jam (Tidak sesuai yang direncanakan)} \end{aligned}$$

Direncanakan HRT 35 jam maka Volume air harus lebih dari 33,6 m³.

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \left(\frac{\text{HRT}}{Q} \right) \\ &= \left(\frac{35 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right) \\ &= 33,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Panjang kompartemen diperpanjang menjadi 3,6 m.

$$\begin{aligned} \text{Volume aktual ABR} &= 3,5 \times 1,8 \times 1,5 \times 4 \\ &= 38,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sludge Volume} &= 5 \% \times \text{Volume aktual ABR} \\ &= 1,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= 38,88 \text{ m}^3 - 1,94 \text{ m}^3 \\ &= 36,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek HRT} &= \left(\frac{\text{Volume air}}{Q} \right) \\ &= \left(\frac{36,94}{24 \text{ jam}} \right) \\ &= 35,45 \text{ jam (sesuai yang direncanakan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek Vup} &= \frac{Q}{(\text{Pkomp} \times \text{Lbak})} \\ &= \frac{1,042 \text{ m}^3 / \text{jam}}{(3,6 \text{ m} \times 1,8 \text{ m})} \\ &= 0,2 \text{ m/jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= \frac{(\text{Massa COD in})}{(\text{Hair} \times \text{Pkomp} \times \text{Lbak} \times n)} \\ &= \frac{(\text{Massa COD in})}{(1,5 \times 3,6 \times 1,8 \times 4)} \\ &= 0,53 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari (memenuhi)} \end{aligned}$$

Dimensi tiap kompartemen bak anaerob yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 3,6 m x 1,8 m x 1,5 m

Tabel 3. Dimensi Unit IPAL Rencana

Parameter	Bak pemisah lemak	Bak Equalisasi	Bak AF	Bak ABR
Panjang	0,75 m	1,5 m	6,8 m	14,4 m
Lebar	1,5 m	2 m	2,5 m	1,8 m
Tinggi	1,2 m	2 m	2,5 m	1,5 m

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa pada alternatif 1 menggunakan *anaerobic filter* memiliki penyisihan removal lebih besar dibanding alternatif 2 dengan *anaerobic baffle reaktor*, sedangkan dimensi unit lebih besar pada alternatif 2 dibandingkan alternatif 1 sehingga luas dan volume ipal juga lebih besar IPAL alternatif 2.

4. KESIMPULAN

Terdapat dua alternatif IPAL dalam perancangan ulang diplo lokomotif yaitu dengan alternatif *anaerobic filter* dan *anaerobic baffle reaktor*. Hasil effluent rencana alternatif 1 jauh lebih bagus dari alternatif 2 karena penyisihan removal yang direncanakan jauh lebih besar. Hasil perhitungan menunjukkan dimensi bak pemisah minyak 0,75 m x 1,5 m x 1,2 m, bak ekualisasi 1,5 m x 2 m x 2 m, *Anaerobic filter* 6,8 m x 2,5 m x 2,5 m, dan *Anaerobic baffle reaktor* 14,4 m x 1,8 m x 1,5 m. Kebutuhan lahan jauh lebih besar pada alternatif 2 karena dimensi jauh lebih besar.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak dipo lokomotif yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di tempat tersebut .

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adlina R.,Shabrina. (2014). Uji Toksisitas Limbah Oli Bekas di Sungai Kalimas Surabaya Terhadap Ikan Mujair (*Tilapia missambicus*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Assidiqy, M Affan (2017) Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Aie Limbah Domestik dengan Proses *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Anaerobic Filter* pada Hotel Bintang 5 Surabaya. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Atmadja R Adelyna (2017) Perencanaan Pengolahan Air Limbah Non medis Rumah Sakit Kelas B dengan Alternatif *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Anaerobic Biofilter*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Dermawan, D., Ashari, M., Astuti, U., & Reza Regananta, M. (2017). Analisa Konsentrasi Radio Nuklida Pelepasan Zat Radioaktif ke Badan Sungai di Sekitar PSTA-Batan Yogyakarta. Seminar MASTER PPNS, 2(1), 121-122
- Hajimi , Asmadi dan Wati M Dina. (2014). Desain Pengolahan Air Limbah Pencucian Motor dan Mobil “TM” dengan Metode Biofilter Anaerob-aerob menggunakan batu split . Poltekkes Kemenkes Pontianak, Pontianak.
- Kemenkes RI,2011. Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan
- Lukito, Edi. (2017). Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pusat Perbelanjaan “X” Surabaya . Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Metcalf, Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery* 5th. New York : Mc. Graw Hill Education.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
- Praptiwi E Rosalina (2017) Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Sistem Daur Ulang Air Hotel Budget di Kota Surabaya Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sasse,L .2009 *Decentralised Wastewater Treatment System (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries*. London: Water, Engineering and Development Centre (WEDC)