

STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) SENTRA INDUSTRI KECIL SOMBER MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ANAEROBIK - AEROBIK BIOFILTER

Muhammad Fathur Rahman¹, Bambang Suprpto² dan Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: muhfathurrahman28@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: bambang.suprpto@unisma.ac.id

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

ABSTRACT

Somber Small Industry Center is located in Batu Ampar Village, North Balikpapan Subdistrict, Balikpapan City, East Kalimantan and has a land area of about 9000 m². A wastewater treatment plant (WWTP) is required since this small industry center lacks a system for treating liquid waste. The plan's goal is to prevent the resulting liquid waste from being disposed of carelessly right away, which would pollute the environment. Wastewater Treatment Plant (WWTP) planning utilizing the anaerobic-aerobic biofilter technology approach. The wastewater discharge generated is 47,214.20 L/day with total working hours for 24 hours per day. Through the results of the Sample Test at the Malang Tirta Services Laboratory, the liquid waste of the Somber Small Industry Center was obtained, namely: BOD of 1,063 mg /L, COD of 3,690 mg/L, TSS of 540 mg/L and pH of liquid waste of 4.1. After going through the process in the equalization tank, anaerobic tank, aerobic tank, and clarifier tank, the effluent produced was BOD 28.07 mg/L, COD 99.63 mg/L, TSS 4.86 mg/L, and pH 7. And estimated construction cost is Rp 216.824.388,17.-

Keywords: *Anaerobic-aerobic Biofilter, Somber Small Industry Center, Wastewater Treatment Plant (WWTP)*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pegolahan limbah menghasilkan dua jenis limbah yakni limbah padat (padatan, lumpur, atau bubur) hasil dari proses peyaringan dan penggumpalan. Sedangkan limbah yang berbentuk cairan dan dihasilkan dari kegiatan produksi industri yang biasanya dibuang ke sungai, selokan, bahkan laut disebut dengan limbah cair. Hasil dari limbah cair dengan kadar COD dan BOD yang tinggi, apabila dibuang langsung ke badan air akan berdampak terhadap penurunan daya dukung lingkungan. Adapun daya dukung lingkungan ini menggambarkan perubahan baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap fisik air yang dapat membahayakan bahkan hingga mengganggu keberlangsungan kehidupan makhluk hidup atau biasa dikenal dengan pencemaran air. Oleh karena itu, menyadari kebutuhan akan

pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi risiko beban pencemaran saat ini amat diperlukan salah satunya terhadap industri [1].

Berdasarkan tinjauan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah cair, Perusahaan atau pabrik atau industri wajib memiliki instalasi pengolahan air limbah. Khusus untuk acuan perencanaan IPAL Industri Umum dengan kadar yaitu pH sebesar 6-9 mg/L, TSS sebesar 150 mg/L, BOD sebesar 50 mg/L, COD sebesar 100 mg/L, Sulfida sebesar 1 mg/L, Amonia (NH₃- N) sebesar 20 mg/L. Air limbah pada pabrik tersebut apabila tidak diolah dapat menimbulkan berbagai masalah yang dapat langsung dirasakan. Salah satu masalah yang timbul akibat meningkatnya kegiatan industri tersebut adalah tercemarnya air pada sumber-sumber air karena menerima

beban pencemaran yang melampaui daya dukungnya dan dampaknya terhadap lingkungan dapat berupa menurunnya kualitas air pada badan air seperti sungai misalnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang nantinya diharapkan dapat mengurangi mengurangi tingginya kandungan kadar limbah dari semua jenis industri.

Proses pengolahan air limbah, khususnya yang mengandung pencemar senyawa organik yang tinggi, teknologi yang digunakan sebagian besar menggunakan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa pencemar organik tersebut. Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi anaerobik dan aerobik. Proses biologis aerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi pada limbah industri tahu diolah dengan menggunakan pengolahan kombinasi dari proses biologis anaerobik dan aerobik. Kombinasi pengolahan tersebut dibagi menjadi dua. Tahap pertama adalah penguraian secara anaerobik dan tahap kedua adalah penguraian secara aerobik di penguraian lanjutan [2].

Sentra Industri Kecil Somber merupakan sentra industri yang berlokasi di Kelurahan Batu Ampar, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur memiliki luas lahan sekitar 9000 m² yang berisikan beberapa jenis hasil industri pangan seperti tahu, tempe, *frozen food*, makanan basah, dan makanan kering. Pabrik-pabrik ini berada di kawasan pemukiman dan menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Limbah padat digunakan sebagai pakan ternak sedangkan hasil produksi limbah cair hasil produksi belum difungsikan dengan efektif. Dengan hasil limbah cair 48,55 m³/hari dari hasil industri dan domestik Sentra Industri Kecil Somber yang belum mempunyai sistem pengolahan limbah cair secara optimal, hal ini menyebabkan limbah cair tersebut hanya dibuang ke saluran drainase dan tidak diolah dengan efektif. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika terjadi secara terus menerus, oleh karena itu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode

aerobik - anaerobik biofilter diperlukan untuk mengatasi hal tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Belum adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Sentra Industri Kecil Somber.
2. Limbah cair hasil industri langsung dibuang ke saluran drainase tanpa pengolahan sehingga mengakibatkan pencemaran air.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa Kandungan beban pencemar pada tiap yang terdapat pada limbah cair Sentra Industri Kecil Somber?
2. Bagaimana perencanaan desain yang sesuai untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dari Sentra Industri Kecil Somber?
3. Bagaimana perencanaan Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)?
4. Berapa RAB (Rencana Anggaran Biaya) yang diperlukan untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)?

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak membahas kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
2. Tidak membahas pengolahan air limbah.
3. Tidak membahas aspek sosial.
4. Tidak membahas saluran drainase.
5. Kebijakan / peraturan daerah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sentra Industri

Sentra industri adalah kesatuan fungsional secara fisik yang terdiri dari lahan, geografis, infrastruktur, kelembagaan, dan sumber daya manusia yang memiliki potensi untuk meningkatkan kegiatan ekonomi dari suatu produk. Oleh karena itu, sentra industri akan mengumpulkan semua sumber daya dan potensi yang ada dengan tujuan meningkatkan kegiatan ekonomi dari hulu ke hilir [3].

2.2 Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik. Dengan demikian definisi limbah merupakan suatu sisa atau barang bekas yang dianggap tidak bernilai dan sudah tidak lagi dipergunakan (Zakky, 2019). Selain itu Limbah

juga bisa didefinisikan sebagai benda yang dibuang, baik berasal dari alam maupun dari suatu kegiatan yang dikehendaki oleh makhluk hidup baik melalui proses teknologi ataupun tidak dengan proses teknologi dan dianggap tidak memiliki nilai guna serta nilai ekonomis secara langsung [4].

Limbah organik adalah limbah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob. Limbah organik mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, daun-daunan kering, potongan-potongan kayu, dan sebagainya. Limbah organik terdiri atas bahan-bahan yang bersifat organik seperti dari kegiatan rumah tangga maupun kegiatan industri. Limbah ini juga bisa dengan mudah diuraikan melalui proses yang alami. Limbah ini mempunyai sifat kimia yang stabil sehingga zat tersebut akan mengendap kedalam tanah, dasar sungai, danau, serta laut dan selanjutnya akan mempengaruhi organisme yang hidup didalamnya [5].

Limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga atau pemukiman penduduk. Jenis limbah ini biasanya berasal dari kegiatan sehari-hari seperti memasak, mandi, mencuci, serta penggunaan toilet. Limbah domestik terdiri dari berbagai macam bahan, seperti sisa makanan, sabun, detergen, kotoran manusia, serta bahan-bahan lainnya yang dibuang dari rumah tangga.

2.2 Pengolahan Limbah

Pemilihan sistem pengolahan air limbah didasarkan pada sifat dan karakter air limbah tahu itu sendiri. Sifat dan karakteristik air limbah sangat menentukan didalam pemilihan sistem pengolahan air limbah, terutama pada kualitas air limbah yang meliputi parameter-parameter pH, COD, BOD, dan TSS [6].

2.3 Anaerobik Biofilter

Proses biofilter anaerob, limbah dialirkan ke dalam reaktor tertutup tanpa ada proses memasukkan udara kedalamnya, dan setelah beberapa hari beroperasi, media akan ditumbuhi oleh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik. Dalam proses biofilter anaerob ini penguraian zat-zat organik yang ada dalam

limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik dan fakultatif aerobik [7].

2.4 Aerobik Biofilter

Proses biofilter aerob, reaktor juga diisi dengan media dan air limbah sambil diaerasi, sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Hal tersebut membuat limbah mengalami kontak dengan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik [8].

2.4 Sistem Penyaluran Air Limbah

Tidak hanya ketersediaan IPAL dibutuhkan, tetapi perencanaan sistem penyaluran air limbah dari sumber penghasil air limbah domestik menuju tempat pengolahan sangat diperlukan sehingga pengaliran dan pengolahan terintegrasi di dalam ruang lingkup pengelolaan air limbah secara berkesinambungan [9].

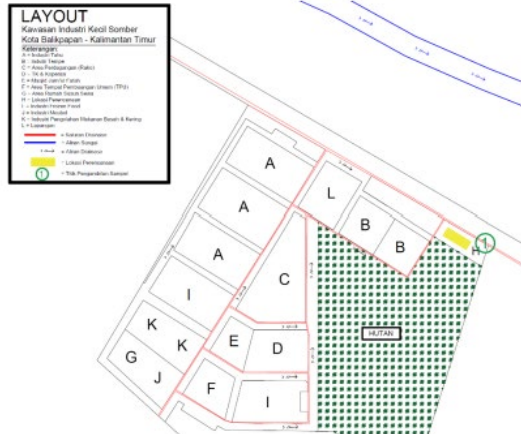
Dalam perencanaan perpipaan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yakni diameter pipa rancangan yang tersedia di pasaran, kedalaman air dalam saluran, kapasitas saluran dan debit aliran yang dapat menyebabkan pengendapan maupun penggerusan. Rancangan saluran juga harus memiliki kapasitas yang mampu mendistribusikan air limbah dalam kondisi maksimum dan minimum dengan mempertimbangkan kedalaman air yang ditetapkan [10].

3. METODOLOGI PENELITIAN

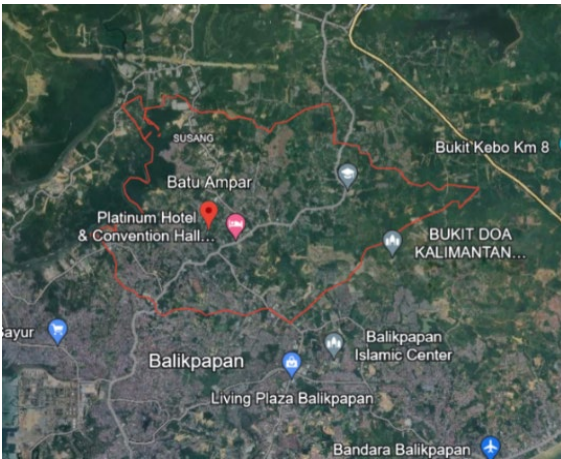
3.1 Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Air limbah (IPAL) di Sentra Industri Kecil Sumber berada di Kelurahan Batu Ampar, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Sentra Industri Kecil Sumber memiliki luas sekitar 9 hektar. Sedangkan luas lahan perencanaan IPAL komunal berada pada lahan seluas 1200 m². Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan dan menganalisis kondisi perencanaan dalam suatu lapangan, diperlukan

analisis yang cermat dan teliti secara detail. Jika suatu masalah yang ada semakin rumit dan kompleks maka semakin kompleks dan detail analisis yang akan dilakukan.



Gambar 1. Layout Lokasi
Sumber: Dokumen Pribadi, 2024

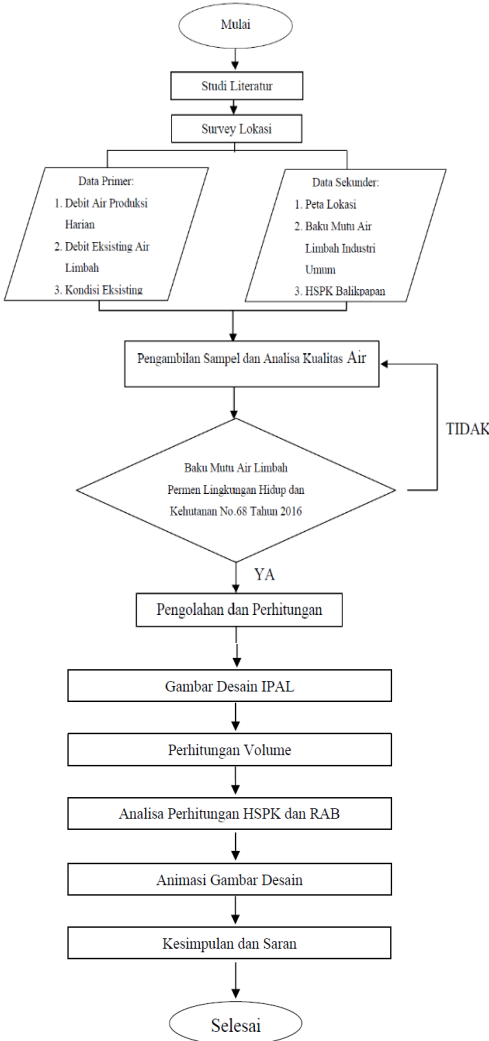


Gambar 2. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth, 2024



Gambar 3. Peta Wilayah Balikpapan Utara
Sumber: petatematikindo.com, 2024

3.2 Diagram Air Penelitian



Gambar 4. Diagram Air Penelitian

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Limbah Cair

Berdasarkan pengujian sampel limbah cair Sentra Industri Kecil Sombor di laboratorium didapatkan besar kadar kandungan limbah cair tiap parameter yang telah mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 [11] sebagai berikut:

Tabel 1 Karakteristik Limbah Cair Pabrik Sentra Industri Kecil Sombor

Parameter	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Ket
pH	4,1	mg/L	6-9	Tidak Aman
TSS	540	mg/L	30	Tidak Aman
COD	3.690	mg/L	100	Tidak Aman
BOD	1.063	mg/L	30	Tidak Aman

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, 2024

4.2 Perhitungan Debit Air Limbah

Total debit air bersih yang digunakan Sentra Industri Kecil Sumber adalah 59,01 m³ maka debit air limbah yang digunakan dapat diperkirakan 70% sampai 80% dari nilai debit air bersih [12].

Kuantitas debit air limbah pada Sentra Industri Kecil Sumber dihitung dengan rumus:
Debit air bersih x 80% = debit air limbah
59,01 m³ x 80% = 47,21 m³

4.3 Perencanaan dan Perhitungan IPAL

Diketahui:

a) Besarnya Debit Limbah Cair (Q) = 47,21 m³/hari = 1,96 m³/jam

Bak Ekuialisasi

TSS_{influent} : 540mg/L
BOD_{influent} : 2.963mg/L
COD_{influent} : 9.690mg/L

Perhitungan

Waktu tinggal (td) direcanakan selama 4 jam (Kemenkes, 2011)

Volume bak = $flow\ rate\ (Q) \times td$
= 1,96 m³/jam x 4 jam
= 7,86 m³

Ditetapkan:

Panjang = 3 m

Kedalaman = 2 m

didapatkan lebar bak:

Lebar = $\frac{Volume}{Panjang \times Tinggi} = \frac{7,86}{3 \times 2}$
= 1,31 m → 1,5 m

Kemudian direcanakan tinggi jagaan sebesar 0,2 m sehingga total kedalaman bak adalah setinggi 2,2 m, sehingga dimensi menjadi:

Dimensi = Panjang x Lebar x Kedalaman
= 3 m x 1,5 m x 2,2 m
= 9 m³ ≥ 7,86 m³

TSS_{effluent} : 540mg/L
BOD_{effluent} : 1.063mg/L
COD_{effluent} : 3.690 mg/L

Bak Anaerobik

TSS_{influent} = 540 mg/L = 540 g/m³
BOD_{influent} = 1.063 mg/L = 1.063 g/m³
COD_{influent} = 3.690 mg/L = 3.690 g/m³
Beban BOD dan COD didalam limbah cair (kg/hari)
BO = 47,21 m³/hari x 1.063 g/m³
= 50.188,73 g/hari = 50,18 kg/hari
COD = 47,21 m³/hari x 3.690 g/m³
= 174.220,54/hari = 174,22 kg/hari

$V_{media\ biofilter} = \frac{50,18\ kg/m^3}{3,2\ kg/m^3} = 15,68\ m^3$

$V_{reaktor\ biofilter} = \frac{100}{60} \times 15,68\ m^3 = 26,14 \rightarrow 26,2\ m^3$

Direcanakan kolam anaerobik dengan 2 ruang sehingga 26,2 m³: 2 = 13,1 m³

Cek waktu tinggal (td) aktual:

$td = \frac{13,1\ m^3}{47,21\ m^3/hari} \times 24\ jam = 6,65\ jam$

Perhitungan

Dimensi Ruang Reaktor Bak Anaerobik:

Jumlah bak = 2 bak

Lebar = 3 m

Kedalaman = 2 m

Panjang = $\frac{Volume}{Lebar \times Kedalaman} = \frac{13,1}{3\ m \times 2\ m}$
= 2,18 m → 2,5 m

Kemudian, tinggi jagaan direcanakan 0,2 m, sehingga total kedalaman bak sebesar 2,2 m

Dimensi = Panjang x Lebar x Kedalaman
= 2,5 m x 3 m x 2,2 m
= 16,5 m³ ≥ 13,1 m³

Total dimensi keseluruhan = 16,5 x 2 bak
= 33 m³ ≥ 26,2 m³

Efisiensi penyisihan TSS, BOD, dan COD ditetapkan berturut-turut sebesar 70%, 70%, dan 70%.

TSS_{effluent} = 30% x TSS_{influent}
= 30% x 540 mg/L
= 162 mg/L

BOD_{effluent} = 30% x BOD_{influent}
= 30% x 1.063 mg/L
= 318,9 mg/L

COD_{effluent} = 30% x COD_{influent}
= 30% x 3.690 mg/L
= 1107 mg/L

Bak Aerobik

TSS_{influent} : 378 mg/L = 378 g/m³
BOD_{influent} : 744,1 mg/L = 744,1 g/m³
COD_{influent} : 2.583 mg/L = 2.583 g/m³

Beban BOD dan COD didalam limbah cair (kg/hari)

BOD = 47,21 m³/hari x 744,1 g/m³
= 35.132,11 g/hari
= 35,13 kg/hari

COD = 47,21 m³/hari x 2.583 g/m³
= 121.954,38 g/hari
= 121,95 kg/hari

$V_{media\ biofilter} = \frac{35,13\ kg/m^3}{4\ kg/m^3} = 8,78\ m^3$

$V_{reaktor\ biofilter} = \frac{100}{40} \times 8,78\ m^3 = 21,95 \rightarrow 22\ m^3$

Direncanakan bak aerobik dengan sebanyak 8 bak, sehingga $22 \text{ m}^3 : 2 = 11 \text{ m}^3$

Cek waktu tinggal (td) aktual:

$$t_d = \frac{11 \text{ m}^3}{47,21 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam} = 6,65 \text{ jam}$$

Perhitungan

Dimensi Ruang Aerasi Bak Aerobik:

Ditetapkan:

Lebar = 3 m

Kedalaman = 2 m

$$\text{Panjang} = \frac{\text{Volume}}{\text{Lebar} \times \text{Kedalaman}} = \frac{11}{3 \text{ m} \times 2 \text{ m}} = 1,83 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ m}$$

Kemudian, tinggi jagaan direncanakan 0,2 m, sehingga total kedalaman bak sebesar 2,2 m.

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} \\ &= 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \\ &= 13,2 \text{ m}^3 \geq 11,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Ruang Media Bak Aerobik, ditetapkan:

Lebar = 3 m

Kedalaman = 2 m

$$\text{Panjang} = \frac{\text{Volume}}{\text{Lebar} \times \text{Kedalaman}} = \frac{11}{3 \text{ m} \times 2 \text{ m}} = 1,83 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ m}$$

Kemudian, tinggi jagaan direncanakan 0,2 m, sehingga total kedalaman bak sebesar 2,2 m.

$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} \\ &= 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \\ &= 13,2 \text{ m}^3 \geq 11,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Dimensi} &= 13,2 \text{ m}^3 + 13,2 \text{ m}^3 \\ &= 26,4 \text{ m}^3 \geq 22 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Efisiensi penyisihan TSS, BOD, dan COD ditetapkan berturut-turut sebesar 70%, 90%, dan 90%.

$$\begin{aligned} \text{TSSeffluent} &= 30\% \times \text{TSSinfluent} \\ &= 30\% \times 162 \text{ mg/L} \\ &= 48,6 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BODeffluent} &= 10\% \times \text{BODinfluent} \\ &= 10\% \times 318,9 \text{ mg/L} \\ &= 31,89 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CODeffluent} &= 10\% \times \text{CODinfluent} \\ &= 10\% \times 1107 \text{ mg/L} \\ &= 110,7 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Perhitungan Blower Udara

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan teoritis} &= 90\% \times 35,13 \text{ kg/hari} \\ &= 31,61 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan oksigen} &= 1,6 \times 31,61 \text{ kg/hari} \\ &= 50,59 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase oksigen dalam udara = 23,18%

Suhu udara rerata bak aerobik = 30°C

Massa Jenis Udara:

$$\rho_a = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2) \times (28,97 \text{ kg/kg-mol})}{(8314 \text{ N.m/kg-mol.K}) \times ((273,15 + 30) \text{ K})} \\ &= 1,165 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan udara:

=

Kebutuhan Oksigen

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Massa jenis udara} \times \text{Persentase oksigen dalam udara}}{50,59 \text{ kg/hari}} \\ &= \frac{1,165 \text{ kg/m}^3 \times 23,18\%}{186,86 \text{ m}^3/\text{hari}} \end{aligned}$$

$$= 186,86 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jumlah kebutuhan udara aktual:

$$= \frac{\text{Jumlah kebutuhan udara teoritis}}{\text{efisiensi blower (\%)}}$$

$$= \frac{186,86 \text{ m}^3/\text{hari}}{12\%}$$

$$= 1.557,17 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1,081 \text{ m}^3/\text{menit} = 1.081 \text{ liter/menit}$$

Perencanaan Blower

Jumlah = 1 unit

Rekomendasi = Resun (ACO-004)

Daya = 58 Watt

Output = 75 L/menit

Pipa outlet = 10 mm

Bak Clarifier

$$\text{TSSinfluent} : 48,6 \text{ mg/L} = 48,6 \text{ g/m}^3$$

$$\text{BODinfluent} : 31,89 \text{ mg/L} = 31,89 \text{ g/m}^3$$

$$\text{CODinfluent} : 110,7 \text{ mg/L} = 110,7 \text{ g/m}^3$$

Ditetapkan $t_d = 3 \text{ jam}$ (Kemenkes RI, 2011)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 1,96 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} \\ &= 5,90 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan

Ditetapkan

Diameter = 2 m

Tinggi (Silinder) = 1,5 m

Tinggi (Kerucut) = 1,5 m

Maka, dimensi yang ditetapkan:

$$\begin{aligned} \text{Dimensi (Silinder)} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 1^2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 4,71 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi (Kerucut)} &= \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t \\ &= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 1^2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 1,57 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Total dimensi = dimensi silinder + dimensi kerucut

$$= 4,71 \text{ m}^3 + 1,57 \text{ m}^3$$

$$= 6,28 \text{ m}^3 \geq 5,09 \text{ m}^3$$

Cek waktu tinggal (td) aktual:

$$t_d = \frac{V_{\text{total}}}{Q} = \frac{6,28 \text{ m}^3}{1,96 \text{ m}^3/\text{jam}} = 3,19 \text{ jam}$$

Beban permukaan rata-rata:

$$V_o = \frac{Q}{A}$$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan teknologi Anaerobik-Aerobik Biofilter di Sentra Industri Kecil Sumber dapat disimpulkan bahwa:

1. Uji *Sample* di Laboratorium Jasa Tirta Malang, diperoleh limbah cair Sentra Industri Kecil Sumber yakni: BOD sebanyak 1.063 mg/L, COD sebanyak 3.690 mg/L, TSS sebanyak 540 mg/L dan pH limbah cair sebanyak 4,1.
2. Sentra Industri Kecil Sumber menghasilkan debit air limbah sebanyak 47.214,20 L/Hari dengan total jam kerja selama 24 Jam per harinya.
3. Berdasarkan hasil survei & perhitungan maka didapatkan Desain Dimensi dari perencanaan Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Sentra Industri Kecil Sumber yaitu: 1. Bak Ekualisasi dengan Panjang 3 m, Lebar 1,5 m, dan Tinggi total 2,2 m. 2. Bak Anaerobik yang terdiri dari 2 ruang dengan masing-masing ruang memiliki Panjang 2,5 m, Lebar 3 m, dan Tinggi total 2,2 m. 3. Bak Aerobik yang terdiri dari ruang media yang memiliki Panjang 2 m, Lebar 3 m dan Tinggi Total 2,2 m untuk masing-masing bak dan ruang aerasi dengan Panjang 2 m, Lebar 3 m dan Tinggi Total 2,2 m. 4. Bak *Clarifier* dengan Diameter 2 m dan Tinggi Total 3 m.
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Sentra Industri Kecil Sumber membutuhkan biaya sebesar Rp. 216.824.388,17.-

5.2 Saran

Melalui hasil penelitian penulis, terdapat beberapa point yang menjadi bahan pertimbangan yakni sebagai berikut:

1. Melakukan studi dan perencanaan desain lebih lanjut dalam hal perhitungan dan pemanfaatan Biogas yang dihasilkan dari Proses Pengolahan Limbah.
2. Melakukan studi dan perencanaan desain lebih lanjut dengan menggunakan teknologi lain misalnya Anaerobik Biodigester, *Anaerobic Baffled Reactor*, dan lain-lain

agar bisa memanfaatkan air limbah sehingga tidak langsung di buang ke badan air melainkan dapat digunakan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pamungkas, A. W. (2017). Perancangan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Rumah Tangga (Ikrt) Tahu Di Kota Surabaya. Jurnal Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 6(2).
- [2] [1] B. A. Wicaksono, P. Rahayu, dan H. Mukaromah, "Persepsi Pelaku Industri terhadap Program Pengembangan Sentra Industri Jamu di Desa Nguter Kabupaten Sukoharjo," vol. 13, no. 2, pp. 210–234, Jul. 2018. <https://jurnal.uns.ac.id/region>
- [3] Khusna Mufida, D., Sholichin, M., & Cahyani, C. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pabrik Tahu "Duta" Malang. Jurnal Teknik Pengairan, 1(1).
- [4] Unieco. (2021). Pengertian, Jenis, Karakteristik & Pengelolaan Limbah di Indonesia. Universal Eco Sustainable Waste Management.
- [5] Khawarita Siregar, & Christopher W. (2019). Perancangan Tong Sampah Pupuk Dengan Metode QFD Untuk Mengolah Limbah Organik Menjadi Pupuk Serbaguna. Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE), 2(3).
- [6] Mirandri, & Suryo Purnomo, Y. (2021). Penurunan Kadar Detergen (Las) Dan Fosfat Dengan Metode Biofilter Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob. Envirous, 1(2).
- [7] Mirandri, & Suryo Purnomo, Y. (2021). Penurunan Kadar Detergen (Las) Dan Fosfat Dengan Metode Biofilter Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob. Envirous, 1(2).
- [8] Mirandri, & Suryo Purnomo, Y. (2021). Penurunan Kadar Detergen (Las) Dan Fosfat Dengan Metode Biofilter Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob. Envirous, 5(2).
- [9] Rahmawati, A., & -, W. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Tanaman Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Air Bersih Di Perumahan Green Tombro Kota Malang. Jurnal Rekayasa Hijau, 4(1).
- [10] Kurnianto, E. (2017). PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN PADA REAKTOR ANAEROB DENGAN VARIASI WAKTU TINGGAL. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 5(1).
- [11] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.
- [12] Pratiwi, & Purwanti. (2015), A. (2002).

Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu-Tempe. In *Paket Informasi Teknologi*.
Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menghasilkan Air Bersih Di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1–8.