

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PABRIK TEMPE DENGAN DIGESTER ANAEROBIK DAN BIOFILTER ANAEROBIK DI WILAYAH SEMARANG

(Studi Kasus Pabrik Tempe Dampyak Gunung Pati Kota Semarang)

Mohammad Debby Rizani, Ikhwanudin, Yoga Lestiyanto, Yossi Dewi Anggraeni,

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

dbyrizani@gmail.com; lestiyantoyoga@gmail.com; yossiingrainii@gmail.com

Abstrak

Industri tempe merupakan suatu industri pangan yang berpotensi mencemari lingkungan dari limbah cair yang dihasilkannya. Limbah cair dari proses pengolahan tempe jika langsung dibuang tanpa melewati proses pengelolaan terlebih dahulu akan berdampak pada pencemaran lingkungan. Di Kota Semarang tepatnya di Kecamatan Gunung Pati terdapat pabrik pengolahan tempe dengan skala menengah. Selama ini limbah cair pabrik tempe langsung dibuang ke selokan yang terdapat dibelakang pabrik tanpa mengolah limbah cairnya terlebih dahulu. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang disajikan dalam bentuk angka-angka kemudian dijelaskan dalam bentuk uraian. Dari hasil uji kualitas air limbah didapatkan hasil parameter pencemar BOD = 369 mg/L; COD = 28.000 mg/L; TSS = 0,991 mg/L; dan pH = 4,3. Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 nilai tersebut masih belum memenuhi syarat. Instalasi pengolahan air limbah yang peneliti rencanakan berupa Bak Penampung; Bak Ekualisasi; Digester Anaerobik; Penampung Gas; Bak Pengendapan Awal; Biofilter Anaerobik dengan menggunakan media filter bioball serta jaring-jaring baja sebagai penahan bioball tempat pembiakkan bakteri; dan Bak Pengendapan Akhir. Dengan perkiraan effluent hasil pengolahan BOD, COD, dan TSS berturut-turut sebesar 7,47225 mg/L; 189 mg/L; dan 0,00669 mg/L yang berarti memenuhi baku mutu. Dari hasil perencanaan tersebut didapatkan total rencana anggaran biaya untuk perencanaan instalasi pengolahan air limbah pabrik tempe senilai Rp 111.280.021,49.

Kata kunci: IPAL, Digester Anaerobik, Biofilter Anaerobik

Abstract

The tempe industry is a food industry that has the potential to pollute the environment from the liquid waste it produces. Liquid waste from the tempe processing process if it is immediately disposed of without going through the management process first will have an impact on environmental pollution. In Semarang City, precisely in Gunung Pati District, there is a medium-scale tempe processing factory. So far, the tempe factory's liquid waste is directly disposed of into a ditch behind the factory without processing the liquid waste first. This research is a quantitative research presented in the form of numbers and then explained in the form of descriptions. From the results of the wastewater quality test, the pollutant parameters BOD = 369 mg/L; COD = 28,000 mg/L; TSS = 0.991 mg/L; and pH = 4.3. According to the Regional Regulation of the Province of Central Java Number 5 of 2012 concerning Amendments to the Regional Regulation of the Province of Central Java Number 10 of 2004 this value still does not meet the requirements. The wastewater treatment plant that the researchers are planning is in the form of a holding tank; Equalization Tub; Anaerobic Digesters; Gas Holder; Initial Settling Tub; Anaerobic Biofilter using bioball filter media and steel nets as a barrier for bioballs where bacteria are grown; and Final Settling Tank. With an estimated effluent from the processing of BOD, COD, and TSS of 7.47225 mg/L; 189 mg/L; and 0.00669 mg/L which means it meets the quality standard. From the planning results, it was obtained that the total budget plan for planning the tempe factory wastewater treatment plant was Rp. 111.280.021,49.

Keywords: WWTP, Anaerobic Digester, Anaerobic Biofilter

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia, pembuangan limbah merupakan masalah lingkungan yang sangat serius. Setiap kota di Indonesia menghasilkan limbah yang cukup besar, baik itu limbah domestik, limbah industri, maupun limbah medis. Limbah-limbah ini jika tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu masalah utama dalam pengelolaan limbah di Indonesia adalah masih rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pembuangan limbah yang aman dan berkelanjutan.

Limbah cair industri tempe dapat diolah dengan pengolahan metode digester anaerobik dan biofilter anaerobik. Limbah cair dapat terurai secara biologis dengan peranan mikroorganisme. Pada tahap akhir proses pengolahannya, menghasilkan limbah cair yang sudah tidak berbau dan kadar polutan organik yang berkurang signifikan. Limbah cair yang telah diolah ini sudah bisa langsung dibuang ke saluran umum ataupun untuk menyiram tanaman (Hidayati, 2017).

Di Kota Semarang tepatnya di Kecamatan Gunung Pati terdapat pabrik pengolahan tempe dengan skala menengah. Setiap hari pabrik tempe tersebut menghasilkan 5 kwintal tempe olahan. Dalam pengolahannya, pabrik tersebut belum memiliki instalasi pengolahan air limbah. Limbah cair pabrik tempe selama ini langsung dibuang ke selokan yang terdapat dibelakang pabrik tanpa mengolah limbah cair tersebut terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan

pencemaran air dan menimbulkan bau yang tidak sedap karena tidak adanya proses pengolahan yang baik.

Maka dari itu, berdasarkan latar belakang diatas, peneliti melakukan penelitian dengan judul “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pabrik Tempe dengan Digester Anaerobik dan Biofilter Anaerobik diwilayah Semarang (Studi Kasus Pabrik Tempe Dampyak Gunung Pati Kota Semarang).

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Menurut Tersiana, (2018). Metode Penelitian adalah suatu cara yang bersifat ilmiah empiris, rasional dan sistematis untuk memperoleh ilmu dengan melakukan sebuah penelitian. Untuk metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode yang menghasilkan sebuah penemuan dengan prosedur static atau secara kuantitatif (Tersiana, 2018) penelitian kuantitatif melibatkan banyak angka-angka, dari mulai mengumpulkan data, penafsiran terhadap data yang diperoleh, serta pemaparan hasil data, setelah itu dari hasil data perhitungan dapat disimpulkan.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Tempe Dampyak Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomis lokasi penelitian terletak pada koordinat 110°23'14.5 Bujur Timur dan 7°06'44.0 Lintang Selatan. Adapun batas

administratif dari lokasi penelitian antara lain :

Sebelah Utara : Kabupaten Magelang
dan Kota Salatiga
Sebelah Selatan : Kota Semarang
Sebelah Barat : Kabupaten Grobogan
dan Kabupaten Demak
Sebelah Timur : Kabupaten Kendal dan
Kabupaten Temanggung

Dalam penelitian ini melaksanakan uji kualitas dan kuantitas dari limbah tempe olahan yang dibuang setiap harinya.

C. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu untuk mengetahui karakteristik dari limbah cair industri tempe. Karakteristik parameter yang diuji meliputi BOD, COD, TSS, serta pH. Hasil dari penelitian ini akan digunakan dalam penentuan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Perencanaan instalasi pengolahan air limbah yang akan direncanakan tahap pengolahannya yaitu Bak Ekualisasi, Digester Anaerobik, Bak Pengendapan Awal, Biofilter Anaerobic, dan Bak Pengendapan Akhir.

D. Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses penyusunan skripsi yang akan dilakukan, terdapat teknik pengambilan data dan sumber data yang akan diteliti dan didapat seperti dibawah ini:

1) Data Primer

Dalam penelitian yang dilakukan melakukan survey langsung di tempat penelitian dalam menunjang perencanaan. Berikut merupakan

data primer yang diambil antara lain:

No	Data Primer	Sumber Data
1	Kapasitas produksi per hari	Diperoleh data dari pihak Pengelola Pabrik
2	Sampling dan analisis karakteristik air limbah	Diperoleh data dari pengambilan sampel air limbah tempe dari saluran pembuangan Pabrik Tempe
3	Survey Kondisi Eksisting di Lokasi Penelitian	Diperoleh data dari pihak Pengelola Pabrik untuk mempermudah implementasi dari hasil perencanaan yang telah dilakukan.
4	Kondisi Pembuangan Air Limbah	Diperoleh data dari pihak Pengelola Pabrik

Sumber: Peneliti, 2023

2) Data Sekunder

Data yang diperoleh secara tidak langsung di lokasi penelitian dan merupakan data pendukung yang diambil dari data-data yang sudah ada atau telah dikumpulkan serta diolah oleh pihak lain. Pada penelitian ini data sekunder yang diambil adalah sebagai berikut :

No	Data Sekunder	Sumber Data
1	Data Monitoring Kualitas Air	Diperoleh data dari Lab Kesehatan dan PAK Provinsi Jawa Tengah
2	Data AHSP Tahun 2022	Diperoleh data dari Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah
3	Data HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) Kota Semarang Tahun 2022	Diperoleh data dari Peraturan Walikota Semarang Nomor 65 Tahun 2022 Tentang Perubahan Standar Harga Satuan di Lingkungan Pemerintah Kota Semarang T.A 2022
4	Dampak Lingkungan	Diperoleh data dari Dinas Lingkungan Hidup

Sumber: Peneliti, 2023

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Rencana Instalasi Pengolahan Air Limbah

Lokasi penelitian terletak di lahan pabrik tempe Dampyak yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Pabrik tempe Dampyak merupakan fasilitas produksi tempe yang terletak di daerah perkotaan. Luas lahan yang tersedia

dengan memperkirakan air limbah yang dihasilkan. Pemilihan lokasi berdasarkan letak yang berdekatan dengan sumber air limbah. Lokasi ini dipilih dengan alasan mempunyai ruang yang cukup luas, merupakan tanah milik pengelola pabrik tempe dampyak dan telah memperoleh izin dari pengelola untuk pembangunan IPAL. Luas lahan yang tersedia untuk penempatan IPAL sebesar $\pm 78,59 \text{ m}^2$

B. Kualitas dan Kuantitas Air Limbah

1) Kualitas

Sampel air limbah diambil pada effluent akhir pembuangan air limbah. Pengujian kualitas air limbah dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Kabupaten Semarang Provinsi Jawa Tengah. Sampel air limbah yang diambil sebanyak 5 liter untuk selanjutnya dilakukan pengujian. Sampel diambil pukul 07.00 WIB dan diujikan ke Laboratorium di hari itu juga. Hasil pengujian kualitas air limbah yang dilakukan dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

No	Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	BOD	369	150	mg/L	SNI.06.6989.14-2004
2	COD	28000	275	mg/L	SNI.06.6989.15-2004
3	TSS	0,991	100	mg/L	SNI 06-6989.3-2004
4	pH*	4,3	6-9	-	SNI 6989.11-2019

Sumber: Laboratorium Kesehatan Kab.Semarang, 2023

2) Kuantitas

Pengukuran debit limbah cair pengolahan tempe dilakukan dengan cara menghitung volume kebutuhan air pada tiap-tiap proses pembuatan tempe. Perharinya Pabrik Tempe Dampyak mengolah kedelai seberat 5 – 6 kuintal. Hasil perkiraan debit limbah cair dapat dilihat

dari tabel berikut:

No	Proses	Volume Air Limbah (liter) per hari
1	Perendaman	725
2	Pencucian	3125
3	Perebusan	620
Total		4470

Sumber: Pengelola Pabrik Tempe Dampyak, 2023

Berikut adalah perhitungan debit rencana air limbah:

1. Debit harian (Q_{ab}) : 4,47 m³/hari atau 0,003104167 m³/menit

2. Debit infiltrasi

Besarnya debit infiltrasi adalah 10 – 20% dari besarnya debit air buangan (Moduto, 2000)

$$\begin{aligned} Q_{inf} &= 10\% \times Q_{ab} \\ &= 10\% \times 4,47 \\ &= 0,447 \text{ m}^3/\text{hari atau} \\ &0,00031041667 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

3. Debit harian maksimum (Q_{md})

Debit harian maksimum adalah batas maksimum jumlah air limbah yang diizinkan untuk dibuang ke sistem perpipaan atau lingkungan setiap hari. Factor peak (fp) berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU 1996 untuk kategori perkotaan sebesar 1,75 – 2,0 maka, debit harian maksimum (Q_{md}) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{md} &= fp \times Q_{ab} \\ &= 1,75 \times 4,47 \\ &= 7,8225 \text{ m}^3/\text{hari atau} \\ &0,00543229167 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

4. Debit puncak

Debit puncak adalah debit air limbah yang dihasilkan dalam suatu periode waktu tertentu untuk menghitung dimensi saluran. Debit puncak merupakan penjumlahan dari debit maksimum dan debit infiltrasi/inflow.

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= Q_{\text{md}} + Q_{\text{inf}} \\ &= 7,8225 + 0,447 \\ &= 8,27 \text{ m}^3/\text{hari atau } 0,005743056 \\ &\text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

C. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

1. Bak Penampung

Bak penampung (atau disebut juga dengan equalization tank) adalah salah satu komponen utama dalam instalasi pengolahan air limbah. Dimensi bak penampung dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Debit Limbah} &= 7,8225 \text{ m}^3/\text{hari, dengan} \\ &\text{ 8 jam kerja} \\ &= \frac{7,8225 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam}} \\ &= 0,978 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 16,30 \text{ L/menit} \end{aligned}$$

Perhitungan Dimensi

Volume bak yang diperlukan:

$$\text{Volume} = 0,978 \text{ m}^3$$

Dimensi yang dibutuhkan:

Lebar dan kedalaman ditetapkan oleh peneliti

$$\text{Lebar} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = \frac{\text{volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}}$$

$$= \frac{0,978}{1 \times 0,5}$$

$$= 1,956 \text{ m} \sim 2 \text{ m}$$

Maka dimensi yang ditetapkan:

Dimensi = Panjang x lebar x kedalaman

$$= 2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ m}^3 > 0,978 \text{ m}^3$$

(volume yang diperlukan)

2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi dirancang untuk mengatasi perubahan kualitas dan kuantitas air limbah yang masuk ke instalasi pengolahan. Berikut perhitungan bak ekualisasi dapat dilihat dibawah ini:

a. Influent

Debit limbah yang digunakan adalah debit limbah harian maksimum

$$\begin{aligned} \text{Debit limbah (Q)} &= 7,82 \text{ m}^3/\text{hari,} \\ &\text{ dengan 8 jam} \\ &\text{ kerja} \\ &= 0,978 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 16,30 \text{ L/menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan sub bab 4.1.1 tentang kualitas air limbah, kadar senyawa organik yang masuk ke bak dengan parameter:

$$\text{BODinfluent} = 369 \text{ mg/L}$$

$$\text{CODinfluent} = 28000 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSSinfluent} = 0,991 \text{ mg/L}$$

b. Perhitungan Dimensi

Waktu tinggal di dalam bak sebesar: Waktu tinggal (td) = 4 jam (Kementerian Kesehatan, 2011)

Volume bak yang diperlukan:

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 0,978 \times 4 \\ &= 3,91 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dimensi yang dibutuhkan:

Lebar dan kedalaman ditetapkan oleh peneliti

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \frac{\text{volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} \\ &= \frac{3,91}{2 \times 1} \\ &= 1,955 \text{ m} \sim 2 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka dimensi yang ditetapkan:

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \\ &\quad \text{kedalaman} \\ &= 2 \times 2 \times 1 \\ &= 4 \text{ m}^3 > 3,91 \text{ m}^3 \\ &\quad (\text{volume yang diperlukan})\end{aligned}$$

Tinggi jagaan direncanakan 0,1 m, sehingga total kedalaman bak sebesar 1,1 m

c. Spesifikasi Pompa

Dengan debit limbah cair 16,30 liter/menit, dibutuhkan spesifikasi pompa sebagai berikut:

$$\text{Tipe} = \text{Pompa submersible}$$

$$\text{Kapasitas} = 120 \text{ ltr/menit}$$

$$\text{Daya dorong} = 16 \text{ meter}$$

$$\text{Material} = \text{Stainless Steel}$$

$$\text{Rekomendasi} = \text{Leo QDX otomatis}$$

d. Effluent

Pada bak ekualisasi tidak terjadi penyisihan BOD, COD, serta TSS yang

signifikan, sehingga konsentrasi effluent bak ekualisasi dianggap sama dengan konsentrasinya.

3. Digester Anaerobik

Digester anaerobik berfungsi untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air limbah dengan menggunakan mikroorganisme anaerobik. Berikut perhitungan dimensi digester anaerobik dapat dilihat dibawah ini:

Debit limbah yang digunakan adalah debit harian 4,47 m³/hari.

$$\begin{aligned}\text{Kadar TSS} &= \text{Efisiensi digester} \times \\ &\quad \text{TSS}_{\text{masuk}}\end{aligned}$$

$$= 40\% \times 0,991$$

$$= 0,3964 \text{ g/m}^3$$

$$= 0,0003964 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Q}_{\text{limbah}} &= \frac{\text{TSS} \times Q}{p_w \times S_d \times P_s} \\ &= \frac{0,0003964 \times 4,47}{100 \times 1,02 \times 0,05} \\ &= 0,0000348 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V}_{\text{reaktor}} &= \text{Q}_{\text{limbah}} \times t_d \\ &= 0,0000348 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10 \text{ hari} \\ &= 0,000348 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V}_{\text{kubah}} &= \frac{\text{V}_{\text{reaktor}}}{4} \\ &= \frac{0,000348}{4} \\ &= 0,000087 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V}_{\text{total}} &= \text{V}_{\text{reaktor}} + \text{V}_{\text{kubah}} \\ &= 0,000435 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dimensi digester anaerobik yang ditetapkan peneliti, Dimeter = 0,15 m; Tinggi silinder = 0,1 m; Tinggi kubah = 0,075 m.

Ukuran dimensi gas penampung ditentukan:

Panjang = 0,12 m; Lebar = 0,12 m;
Kedalaman = 0,12 m.

4. Bak Pengendapan Awal

Pada tahap ini, air limbah dialirkan ke dalam bak pengendapan awal dan dibiarkan selama beberapa waktu untuk mengendapkan bahan-bahan padat yang terdapat di dalamnya.

a. Influent

Debit Limbah = 4,47 m³/hari dengan
8 jam kerja
= 0,560 m³/jam

Kadar senyawa yang masuk ke bak :

BODinfluent = 55,35 mg/L

CODinfluent = 4.200 mg/L

TSSinfluent = 0,446 mg/L

b. Perhitungan Dimensi

Volume = Q x td
= 0,560 x 2
= 1,12 m³

Dimensi yang ditetapkan peneliti,
Panjang = 3 m; Lebar = 0,7 m;
Kedalaman = 0,6 m.

c. Effluent

TSSeffluent = 20% x TSSinfluent
= 20% x 0,446
= 0,3568 mg/L

5. Biofilter Anaerobik

Pengolahan air limbah yang bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik dan menurunkan BOD serta COD dalam air limbah.

Kadar senyawa yang masuk ke bak :

BODinfluent = 55,35 mg/L

CODinfluent = 4.200 mg/L

TSSinfluent = 0,0892 mg/L

Perhitungan Dimensi:

1. Beban BOD = Q x kadar BOD
= 4,47 x 55,35
= 247,4145 g/hari
= 0,247 kg/hari

2. Beban COD = Q x kadar COD
= 4,47 x 4200
= 18774 g/hari
= 18,774 kg/hari

Vmedia biofilter = $\frac{\text{Beban BOD}}{\text{Standar beban BOD}}$
= $\frac{0,247 \text{ kg/hari}}{2 \text{ kg BOD/m}^3\text{hari}}$
= 0,1235 m³

Vreaktor diperlukan = $\frac{100 \times \text{Vmedia biofilter}}{60}$
= $\frac{100 \times 0,1235}{60}$
= 0,2 m³

Dimensi yang ditetapkan:

Lebar = 0,4 m; Kedalaman = 1 m;
Kedalaman = 1 m ditambah tinggi jagaan direncanakan 0,1 m.

6. Bak Pengendapan Akhir

Bak pengendapan akhir berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel padatan dan menghilangkan zat-zat organik yang masih tersisa dalam air limbah.

Kadar senyawa yang masuk ke bak :

BODinfluent = 8,3025 mg/L

CODinfluent = 210 mg/L

TSSinfluent = 0,0669 mg/L

Perhitungan Dimensi:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times t_s \\ &= 0,560 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,5 \text{ jam} \\ &= 1,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi yang ditetapkan:

Lebar = 1,1 m; Kedalaman 1 m; Panjang = 1,3 m ditambah tinggi jagaan direncanakan 0,1 m.

Spesifikasi Pompa yang dibutuhkan:

- Tipe = Pompa submersible
- Kapasitas = 120 L/menit
- Daya Dorong = 16 meter
- Material = Stainless Steel
- Rekomendasi = Leo QDX otomatis

Berikut perkiraan penurunan kualitas effluent limbah cair:

PERKIRAAN KUALITAS EFFLUENT			
Tahapan	Parameter		
	BOD	COD	TSS
	mg/L		
Influent	369	28000	0,991
Bak Ekualisasi	0%	0%	0%
	369	28000	0,991
Digester Anaerobik	85%	85%	40%
	55,35	4200	0,446
Bak Pengendapan Awal	0%	0%	80%
	55,35	4200	0,0892
Biofilter Anaerobik	85%	95%	70%
	8,3025	210	0,0669
Bak Pengendapan Akhir	10%	10%	90%
	7,47225	189	0,00669
Effluent	7,47225	189	0,00669

D. Anggaran Biaya Konstruksi Pengolahan Air Limbah

Harga satuan dari masing-masing pekerjaan diperoleh kemudian dikalikan dengan volume pekerjaan sehingga dapat ditentukan biaya total dalam perencanaan IPAL Pabrik Tempe. Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp. 111.280.021,49 (Seratus Sebelas Juta Dua Ratus

Delapan Puluh Ribu Dua Puluh Satu Rupiah Empat Puluh Sembilan Sen).

IV. KESIMPULAN

- Hasil analisa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang direncanakan mampu menghasilkan penurunan kadar effluent yang berada dibawah persyaratan baku mutu dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 untuk parameter BOD, COD, TSS. antara lain: BOD = 7,47225 mg/L(Memenuhi); COD = 189 mg/L(Memenuhi); dan TSS = 0,00669 mg/L(Memenuhi). Sedangkan secara kuantitas air limbah yang dihasilkan besarnya debit harian sebesar 4,47 m³/hari, debit infiltrasi sebesar 0,447 m³/hari, debit harian maksimum 7,8225 m³/hari, dan debit puncak sebesar 8,27 m³/hari.
- Desain IPAL untuk pengolahan air limbah tempe yang dihasilkan dengan debit harian maksimum 7,8225 m³/hari, menggunakan jenis material pelatbaja. Berikut merupakan dimensi bangunan pengolahnya: Bak Penampungan dimensi 2 m x 1 m x 0,3 m; Bak Ekualisasi (dengan pompa submersible kapasitas 16 ltr/menit) dengan dimensi 2 m x 2 m x 1,1 m; Digester Anaerobik berdiameter 0,15 m dan tinggi 3,25; penampung gas berdimensi 0,12 m x 0,12 m; Bak Pengendapan Awal dengan dimensi 3 m x 0,7 m x 0,7 m; Biofilter

Anaerobik (berisi Bioball/media pembiakan bakteri berjumlah 1052) buah berdiameter 6 cm dengan dimensi 0,5 m x 0,4 m x 1,1 m; dan Bak Pengendapan Akhir dengan dimensi 1,3 m x 1,1 m x 1,1 m (pompa submersible kapasitas 16 ltr/menit).

3. Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk struktur utama IPAL sebesar Rp. 66,610,974.10 dan bangunan pendukungnya sebesar Rp. 44.669.047,39. Maka total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan ini adalah sebesar Rp. 111.280.021,49 (Seratus Sebelas Juta Dua Ratus Delapan Puluh Ribu Dua Puluh Satu Rupiah Empat Puluh Sembilan Sen).

V. SARAN

1. Perlu melaksanakan kajian terhadap pabrik tempe/tahu yang sudah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sebagai referensi dalam merancang instalasi air limbah (IPAL) yang sesuai.
2. Perlu melaksanakan pengujian kualitas dan kuantitas air limbah kembali dengan mengamati debit per jam atau per menit selama satu hari penuh, dan diharapkan melaksanakan pengujian kualitas air limbah langsung ke badan air tempat pembuangan air limbah agar dapat mengetahui kandungan-kandungan didalamnya apakah berpengaruh terhadap kualitas badan air tersebut atau tidak.
3. Pengelola pabrik diharapkan mampu melaksanakan pengolahan air limbah yang

dihasilkan dari pabrik tempe dengan mempelajari tata cara pengolahan yang benar, sehingga effluent yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

4. Dalam perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dapat dipilih alternatif yang lebih ekonomis untuk menekan rencana anggaran biaya yang telah dianalisa peneliti, misalnya dalam pemilihan untuk bahan material pada bangunan utamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, P. W., Nainggolan, P., & Damanik, D. (2020). Analisis Kelayakan Usaha dan Strategi Pengembangan Industri Kecil Tempe di Kelurahan Setia Negara Kecamatan Siantar Sitalasari. *Jurnal Ekuilnomi*, 2(1), 29-39.
- Anonim. 1994. Surat Keputusan Gubernur Jatim Nomor 136 Tahun 1994 tentang tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
- Askari, H. (2015). Perkembangan pengolahan air limbah. *Carbon (TOC)*, 200(135), 1-10.
- Ayuni, S., & Putri, E. S. (2022). Pengelolaan Limbah Industri Tempe Rumah Tangga di Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat (Jurmakemas)*, 2(2), 288-307.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 06-6989.3-2004 Air dan Air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6989.59:2008 Air dan Air Limbah – Bagian 59: Metode pengambilan contoh air limbah.

- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6989.2:2009 Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6989.72:2009: Air dan air limbah bagian 72: Cara uji kebutuhan oksigen biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 6989.11:2019 Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter.
- Batubara, G. O. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Medis dan Daur Ulang Efluen IPAL di Rumah Sakit Kelas C. Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- Chintia Rani, Dheniq. (2019). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tempe Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik – Aerobik Di Desa Aikmual Kabupaten Lombok Tengah. Mataram : Universitas Mataram
- Connell, D.W. dan G.J. Miller. (1995). Kimia dan Ekotoksikologi lingkungan. UI Press. Jakarta.
- Dewi Saidatul Munadhifah, S. H. P. (2018). PROSIDING HEFA (Health Events for All). Hubungan Dukungan Keluarga Dengan Kemandirian Oral Hygiene Anak Tuna Grahitadi Sekolah Luar Biasa Negeri Kaliwungu Kudus, PROSIDING, 89–100.
- Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah. “Mas Petruk, Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Konstruksi Bidang Cipta Karya Dan Perumahan, Edisi ke-1 Tahun 2022”. Diakses pada Maret 10, 2023 dari http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/harga_satuan/hspk#.
- Fitri, R. F., Fithanah, U., & Said, M. (2017). Pengaruh dosis inokulum dan biji kelor dalam pengolahan limbah cair tempe menggunakan trickling bed filter. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 120-128.
- Frank R. Spellman. (2011). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Boca Raton: CRC Press.
- Harahap Sampe, (2013). Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amonia yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Akuatika*. Vol.4 No. 2 hal. 183-194.
- Hartaja, D. R. K., & Setiadi, I. (2016). Perencanaan desain instalasi pengolahan limbah industri nata de coco dengan proses lumpur aktif. *J. Rekayasa Lingkungan*, 9(2), 97-112.
- Hidayati, S. S. (2017). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu FIT Malang dengan Digester Anaerobik dan Biofilter Anaerobik-Aerobik, Universitas Brawijaya. Malang.
- Hudha, M. I., Jimmy, dan Muyassaroh. (2014). Studi Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Proses Elektrokimia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Surabaya.
- Kemenkes, R. (2011). *Seri Sanitasi Lingkungan: Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Kementerian Kesehatan RI, Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan
- Kementerian Lingkungan Hidup (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta.
- Marsidi, R., & Said, N. I. (2011). Masalah Polutan Mikro Di Dalam Air Minum Dan Cara Penanggulangnya. *Jurnal Air Indonesia*, 1(2).
- Metcalf and Eddy, Inc. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill Education.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- Pamungkas, A. W. (2017). *Perancangan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri*

- Kecil Rumah Tangga (IKRT) Tahu di Kota Surabaya.
- Pemerintah Indonesia. (2009). Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Purnama, S. G., & SKM, M. (2016). Modul Analisis Dampak Limbah Cair Industri Tempe di Denpasar. Program Studi Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Bali.
- Rizani, M.D. (2016), *Waste Management Strategy In Urban Areas To Achieve Target Service(A Case Study On Waste Management In Mojokerto City)*, Journal of Applied Sciences Research 12 (1).
- Rizani, M.D. (2019), *The Priority Of Settlement Sanitation Services Based On Sanitation Risk Level In Mojokerto*, Journal of Engineering and Applied Sciences 14 (10).
- Rizani, M.D. (2019), *The Environmental Sanitation Risk Assessments Based On Public Participation To The Sanitation Management In Residence In Urban Areas Of Mojokerto City*, Journal of Engineering and Applied Sciences 14 (24).
- Rizani, M.D. (2019), Pengelolaan Sanitasi Permukiman Wilayah Perkotaan dengan Metode Teknoparti, Media Sahabat Cendekia, Surabaya
- Rizani, M.D., dkk. (2023). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Industri Tahu (Studi Kasus Pabrik Tahu WD Lamper Lor Semarang Selatan). Jurnal Teknik Sipil Giratory UPGRIS Vol. 4 No. 1. Semarang.
- Ren, H., Wu, X., Liu, X., Ma, F., Zhao, L., Huang, Y., ... & Jia, J. (2015). Effect of different biofilter media on methane emissions and bacterial community structure during the treatment of simulated industrial wastewater containing toluene. Journal of hazardous materials, 296, 166-174.
- Said, N. I. (2011). Pengelolaan Limbah Domestik. Jakarta: BPPT
- Said, N. I. (2017). Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Erlangga
- Sakinah, D. S., & Purwanti, I. F. (2018). Perencanaan IPAL Pengolahan Limbah Cair Industri Pangan Skala Rumah Tangga. Jurnal Teknik ITS, 7(1), D12-D17. SNI 6989.72:2009 Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/ BOD).
- Sarwono. (1989). Membuat Tempe dan Oncom, Seri Industri Kecil. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tersiana, A. (2018). Metode penelitian. Anak Hebat Indonesia.
- Wagiman., Suryandono, Ag. (2004). Kajian Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Dan Sistem Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Limbah Cair Tahu. Lembaga Penelitian UGM. Jogjakarta.
- Wardhana, W.A. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wardoyo, S.T.H. (1975). Pengelolaan Kualitas Air. IPB. Bogor.