

Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Tahu (Studi Kasus Industri Tahu di Dusun Janten, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul)

Azis Fatkhurrohman^{1,*}, Dewi Sulistyorini¹, Lilik Hendro Widaryanto¹, Ahmad Mashadi¹, Yacobus Sunaryo²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

Koresponden*, Email: 2018013210.azisf@gmail.com

Abstrak. Industri tahu merupakan industri UMKM yang banyak tersebar di beberapa Kapanewon di Bantul dan juga menjadi industri rumah tangga. Sebagian besar industri tahu di Kabupaten Bantul tidak memiliki unit pengelolaan limbah sehingga limbah yang dihasilkan dari rumah produksi langsung dibuang ke saluran air dan menyebabkan pencemaran air. Air limbah yang berasal dari limbah industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran air yang menjadi permasalahan di masyarakat. Hal ini disebabkan karena air limbah industri tahu akan mempengaruhi sifat fisik, kimia air yang berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme perairan dan bau limbah tahu mengganggu lingkungan setempat. Perancangan ini bertujuan untuk memberikan rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Tahu di Dusun Janten, Kalurahan Ngestiharjo, Kapanewon Kasihan, Kabupaten Bantul. IPAL dirancang secara batch dengan sistem ekualisasi, pengendap awal, anaerobic baffle reactor (ABR), anaerobik filter dan pengendap akhir. Tahap perancangan IPAL meliputi perhitungan dimensi masing-masing unit IPAL, merancang gambar tiap unit. Terdapat beberapa unit pada perancangan IPAL dengan limbah cair sebanyak 16.500 L/hari yaitu: Bak ekualisasi (panjang = 1,75 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m), Bak pengendap awal (panjang = 2,13 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 4 ruang), Bak anaerobic baffle reactor (panjang = 3,67 m, lebar = 1,50 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 3 ruang), Bak anaerobik filter (panjang = 3,67 m, lebar = 1,50 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 3 ruang), Bak pengendap akhir (panjang = 2,13 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 4 ruang).

Kata Kunci : Perancangan, IPAL, Industri Tahu, Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

Abstrack. *The tofu industry is an MSME industry that is widely spread in several Kapanewon in Bantul and is also a home industry. Most of the tofu industries in Bantul Regency do not have a waste management unit so that the waste generated from the production houses is directly discharged into waterways and causes water pollution. Wastewater originating from tofu industrial waste is a source of water pollution which is a problem in society. This is because tofu industrial waste water will affect the physical and chemical properties of water which affect the survival of aquatic organisms and the smell of tofu waste disturbs the local environment. This design aims to provide*

a design for the Tofu Wastewater Treatment Plant (WWTP) in Janten Hamlet, Ngestiharjo Village, Kapanewon Kasihan, Bantul Regency. WWTP is designed in batches with an equalization system, initial precipitator, anaerobic baffle reactor (ABR), anaerobic filter and final precipitator. The WWTP design stage includes calculating the dimensions of each WWTP unit, designing drawings for each unit. There are several units in the WWTP design with 16,500 L/day of liquid waste, namely: Equalization tank (length = 1.75 m, width = 1.00 m, height = 2.55 m), Initial settling tank (length = 2.13 m, width = 1.00 m, height = 2.55 m, number of compartments = 4 chambers), Anaerobic baffle reactor tub (length = 3.67 m, width = 1.50 m, height = 2.55 m, total compartment = 3 chambers), Anaerobic filter tank (length = 3.67 m, width = 1.50 m, height = 2.55 m, number of compartments = 3 chambers), final settling tank (length = 2.13 m, width = 1.00 m, height = 2.55 m, number of compartments = 4 rooms). Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris.

Keyword : Design, WWTP, Tofu Industry, Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

1. Pendahuluan

UMKM Industri tahu merupakan industri rumah tangga yang banyak tersebar di Kapanewon. Sebagian besar industri tahu di Kabupaten Bantul tidak memiliki unit pengelolaan limbah sehingga limbah yang dihasilkan dari rumah produksi langsung dibuang ke saluran air sehingga menyebabkan pencemaran air. Limbah industri tahu dapat mempengaruhi sifat fisik, kimia air yang berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme perairan dan menimbulkan bau yang mengganggu lingkungan setempat. Berdasarkan uraian tersebut, maka air limbah industri tahu wajib untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air sesuai dengan Undang-undang No. 32 Tahun 2009 Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) Pasal 20 Ayat (3) bahwa setiap orang diperbolehkan untuk membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan harus memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan mendapatkan izin dari Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya dan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pasal 129 Ayat (4) bahwa hasil pengolahan air limbah dari sarana dan prasarana pengendalian pencemaran air harus memenuhi baku mutu air limbah dan alokasi beban pencemar air. Dalam Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Pelayan Kesehatan, Dan Jasa Pariwisata Pasal 4 huruf a bahwa melakukan pengelolaan limbah cair, sehingga mutu limbah cair yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dan Peraturan Daerah Kabupaten Bantul No. 7 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 14 Tahun 2014 Tentang Pengendalian Pencemaran Air bahwa setiap orang yang melakukan pembuangan air limbah ke sumber air dan pemanfaatan air limbah ke tanah untuk aplikasi pada tanah wajib memiliki izin pembuangan air limbah. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan salah satu solusi pengolahan air limbah yang direncanakan mengolah limbah agar air yang dibuang memenuhi baku mutu limbah.

Penelitian terdahulu oleh Rahardiyani & Sukma (2019) melakukan penelitian menggunakan metode scoring pada desain IPAL Tahu Maju Jaya dengan lahan yang terbatas, hasil yang didapatkan bahwa anaerobic filter sebagai model tipikal pabrik tahu terpilih dikarenakan dapat mengoptimalkan penurunan limbah cair dengan penggunaan lahan yang terbatas. Pamungkas & Slamet (2017) melakukan penelitian tipikal IPAL industri tahu di Kota Surabaya dengan hasil Anaerobik Filter sebagai model tipikal pabrik tahu terpilih, hal ini karena dengan penggunaan Anaerobik Filter dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan menurunkan kualitas limbah. Priyandari, dkk (2019) melakukan penelitian dengan tujuan memilih alternatif lokasi IPAL komunal dengan mempertimbangkan sejumlah kriteria objektif dan subjektif dengan menggunakan Metode fuzzy TOPSIS untuk memilih alternatif lokasi yang optimal. Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan oleh Priyandri, dkk (2019) memberikan rekomendasi kepada pemerintah Kota Surakarta untuk membangun empat titik lokasi IPAL Komunal yang dapat digunakan pada

empat puluh IKM tahu tempe di kawasan Mojosongom Kota Surakarta. Hastutiningrum & Purnawan (2017) melakukan penelitian dengan tujuan untuk memberikan rancangan pengolahan limbah cair batik bagi pelaku usaha batik di Kota Yogyakarta. Hasil penelitian yang didapatkan untuk perancangan bangunan IPAL limbah cair dengan dimensi sebesar 5,5 m³. Safriani dan Silva (2018) melakukan penelitian untuk menentukan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumahan, bahwa di setiap rumah masyarakat di Perumahan Iom sudah memiliki WC. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data primer yang meliputi wawancara dan survei lokasi perencanaan IPAL dan data sekunder meliputi data jumlah penduduk, data jumlah rumah, dan peta topografi wilayah perencanaan. Hasil yang diperoleh desain dimensi bangunan IPAL direncanakan memiliki panjang 11 m dan lebar bangunan 3,25 m. Nugraha (2021) melakukan penelitian pada pelaku UMKM Industri Tahu dengan tujuan agar bisa mengelola air buangan sebelum dibuang ke badan sungai. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah *screening dan AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Pada hasil penelitian didapatkan dua *scenario* sebagai bahan pertimbangan bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Grobogan dalam mengimplementasikan desain IPAL Tahu. Skenario satu yang terdiri dari UASB dan Filter Anaerobik. Untuk skenario yang kedua Anaerobik Digester dan *Constructed Wetland*. Kaswinarni (2007) melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengolahan limbah tahu yang efektif dan efisien serta dampaknya bagi masyarakat dan lingkungan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah survey lapangan dan wawancara. Analisis data yang digunakan adalah deksriptif analitik dan analisis SWOT. Hasil penelitian yang dilakukan Kaswinarni (2007) untuk pengolahan limbah padat setiap indusutri adalah dengan menjual ampas tahu, dibuat pakan ternak, tempe gembus, kerupuk ampas tahu dan roti kering.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada industri tahu yang berada di Dusun Janten, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul. Lokasi rencana IPAL tahu penelitian ini berada pada kandang ternak kelompok. Penelitian ini mengambil empat sampel industri tahu yang memiliki kapasitas produksi 200-300kg/hari dengan rata-rata asumsi jumlah limbah sebesar 660 liter/hari dengan lokasi usaha yang saling berdekatan. lahan yang digunakan pada lokasi pembangunan IPAL ini seluas 15m x 7 m.

Teknologi pengolahan limbah Industri tahu dapat dihitung dengan beberapa persamaan :

2.1 Bak Ekualisasi dan Bak Pengendap Awal

$$Volume\ Pengolahan = Q \times td \quad (1)$$

Keterangan:

V = volume reaktor (m³/hari)

Q = debit air limbah (l/detik)

td = waktu tinggal (hari)

$$Volume\ Bak = Volume\ Pengolahan + Over\ Desain \quad (2)$$

Keterangan:

Volume Bak (m³/jam)

Volume pengolahan (m³/jam)

Over desain (10% dari volume pengolahan)

2.2 Anaerobic Baffle Recator (ABR) dan Anaerobik Filter

$$V = Q \times td \quad (3)$$

Keterangan:

V = volume reaktor (m³/hari)

Q = debit air limbah (l/detik)

td = waktu tinggal (hari)

Sedangkan untuk menghitung lebar bak menggunakan rumus:

$$A = Q / v \quad (4)$$

Keterangan:

A = luas permukaan (m²)

Q = debit air limbah (l/hari)

v = kecepatan aliran (m/jam)

2.3 Bak Pengendap akhir

$$Volume\ Pengolahan = Q \times td \quad (5)$$

Keterangan:

V = volume reaktor (m³/hari)

Q = debit air limbah (l/detik)

td = waktu tinggal (hari)

$$Volume\ Bak = Volume\ Pengolahan + Over\ Desain \quad (6)$$

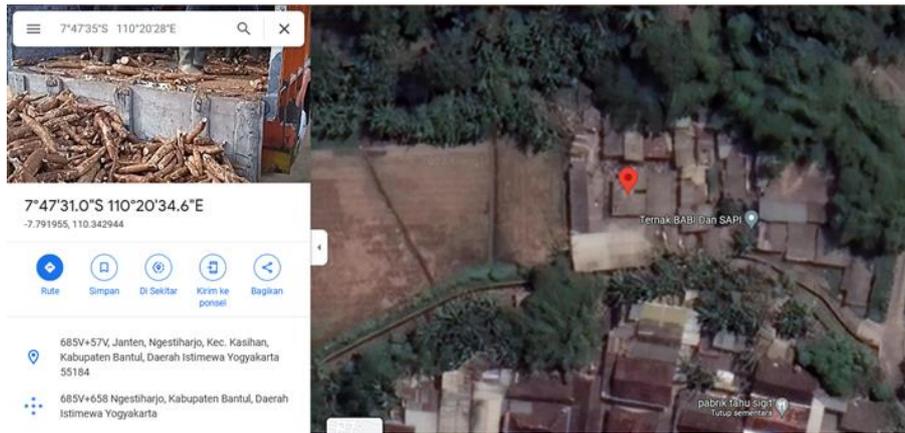
Keterangan:

Volume Bak (m³/jam)

Volume pengolahan (m³/jam)

Over desain (10% dari volume pengolahan)

Langkah awal yang dilakukan untuk perancangan bangunan IPAL tahu adalah dengan *survey* lokasi penelitian untuk melihat kondisi lahan, ketersediaan lahan, luas lahan serta kepemilikan lahan yang akan digunakan sebagai rencana IPAL. Lokasi yang di gunakan untuk perancangan bangunan IPAL tahu dapat di lihat pada Gambar 1. dan Gambar 2.



Gambar 1. Titik Lokasi Rencana Pembangunan IPAL Tahu
(Sumber : Google Maps, 2022)



Gambar 2. Kondisi Existing Lahan
(Sumber : *Survey Lokasi*)

Setelah *survey* lokasi proyek langkah selanjutnya adalah pengumpulan data berdasarkan survey lokasi dan wawancara untuk mendapatkan rancangan bangunan IPAL berdasarkan kapasitas produksi yang meliputi jumlah limbah yang diolah per hari, perencanaan teknis sistem IPAL dan perancangan bangunan IPAL. Data pelaku usaha yang dikumpulkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Debit Limbah Produksi Tahu Pelaku Usaha Industri Tahu Di Dusun Janten

No	Nama	Kapasitas Produksi/Hari (Kg/hari)	Timbulan Air Limbah (L/Kg)	Debit Limbah Produksi (L)
1	Suprih	300	15	4.500
2	Parno	300	15	4.500
3	Giyar	300	15	4.500
4	Endarto	200	15	3.000

Jumlah Produksi	1.100 Kg/hari	60 Liter	16.500 Liter
------------------------	----------------------	-----------------	---------------------

(Sumber: Wawancara)

Langkah berikutnya adalah pengolahan dan analisa data dimana pada tahapan ini data yang diperoleh lalu di olah dan dianalisis untuk perhitungan debit air limbah, penetapan kriteria desain sesuai dengan literature, perhitungan dimensi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan *Detail Engineering Design* (DED) tiap-tiap unit IPAL.

3. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh setelah mendapatkan data adalah melakukan analisis perhitungan volume IPAL Tahu. Berikut ini adalah hasil yang didapat dari perhitungan analisis :

3.1 Bak Ekualisasi

Berdasarkan hasil observasi maka ditentukan debit air limbah dengan jumlah debit harian pada empat pelaku usaha yang berada di Dusun Janten adalah 16.500 L/hari. Perhitungan bak ekualisasi IPAL Tahu di Janten adalah sebagai berikut:

Perhitungan Volume Bak Ekualisasi :

$$\begin{aligned} Q \text{ (Debit Harian)} &= 16.500 \text{ L/hari} \\ &= 688 \text{ L/jam} \\ &= 0,69 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Pengolahan} &= Q \text{ (Debit Harian)} \times t_d \text{ (Waktu Tinggal)} \\ &= 0,69 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam} \\ &= 2,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak Ekualisasi} &= \text{Volume Pengolahan} + \text{Over Desain} \\ &= 2,75 \text{ m}^3 + (10\% \times 2,75 \text{ m}^3) \\ &= 3,03 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pada penelitian ini perhitungan volume bak ekualisasi menggunakan perhitungan sesuai yang dinyatakan (Said, 2019) bahwa perhitungan volume bak ekualisasi 10% lebih besar dari volume bak pengolahan. Biaya yang dikeluarkan menurut perhitungan tersebut secara ekonomi akan lebih sedikit namun mampu mengantisipasi luapan air limbah. Volume bak ekualisasi sebesar 3,03 m³ maka ditentukan kedalaman 2 m dengan perbandingan panjang dan lebar (2 : 1), untuk mendapatkan volume yang sesuai maka kedalaman bak ditetapkan 2 m sesuai ketersediaan luasan lahan.

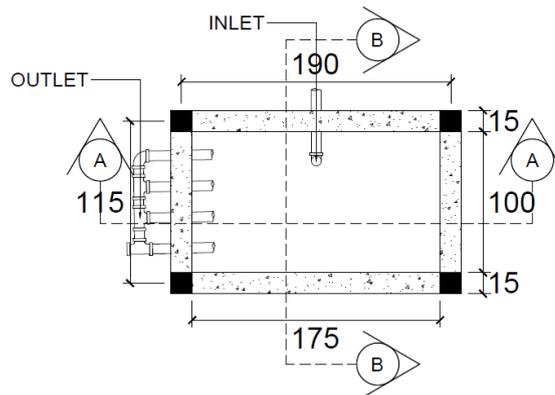
Lebar Bak Ekualisasi

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ 1,51 &= 2L \times L \times 2 \text{ m} \\ 0,76 &= L^2 \\ 0,87 &= L \\ \text{Maka } L &= 0,87 \text{ m} \end{aligned}$$

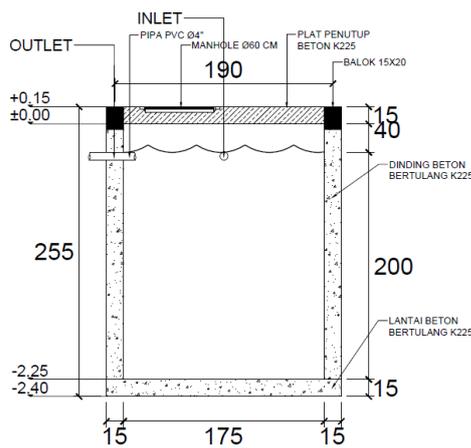
Dimensi Bak Ekualisasi

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 0,87 \text{ m} \\ 2 \times L &= 2 \times 0,87 \text{ m} = 1,74 \text{ m} \approx 1,75 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 0,87 \text{ m} \approx 1 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 2,00 \text{ m} \end{aligned}$$

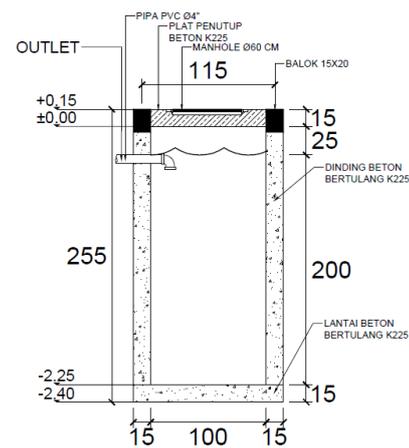
Berikut detail bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 3., Gambar 4., dan Gambar 5.



Gambar 3. Bak Ekualisasi Tampak Atas



Gambar 4. Bak Ekualisasi Potongan A-A



Gambar 5. Bak Ekualisasi Potongan B-B

3.2 Bak Pengendap Awal

Perhitungan bak ekualisasi IPAL Tahu di Janten adalah sebagai berikut:

Maka Volume Bak Pengendap Awal:

- a. Q (Debit Harian) = 16.500 L/hari
= 688 L/jam
= 0,69 m³/jam
- b. Volume Pengolahan = Q (Debit Harian) x dt (Waktu Tinggal)
= 0,69 m³/jam x 4 jam
= 2,75 m³
- c. Volume Bak Pengendap Awal = Volume Pengolahan + Over Desain
= 2,75 m³ + (10% x 2,75 m³)
= 3,03 m³

Pada penelitian ini perhitungan volume bak pengendap awal menggunakan perhitungan sesuai yang dinyatakan (Said, 2019) bahwa perhitungan volume bak pengendap awal 10% lebih besar dari volume bak pengolahan. Volume bak pengendap awal sebesar 3,03 m³ maka ditentukan kedalaman 2 m dengan perbandingan panjang dan lebar (3 : 1).

$$\text{Maka, } A = \frac{\text{Volume Bak Pengendap Awal}}{\text{Tinggi Bak}}$$

$$= \frac{3,03 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$= 1,51 \text{ m}^2$$

$$A = P \times L$$

$$1,51 \text{ m}^2 = 3L \times 1L$$

$$1,51 \text{ m}^2 = 3L^2$$

$$L^2 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$L = 0,71 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } P = 3 \times L = 3 \times 0,71 \text{ m} = 2,13 \text{ m}$$

d. Dimensi Masing – masing Kompartemen

$$V = \frac{V.\text{Rancangan}}{\text{Jumlah Kompartemen}}$$

$$= \frac{3,03 \text{ m}^3}{4} = 0,76 \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang Ruang} = \frac{\text{Volume}}{(\text{Lebar} \times \text{Tinggi})}$$

$$= \frac{0,76 \text{ m}^3}{(0,71 \times 2)} = 0,53 \text{ m}$$

e. Volume prisma penampung lumpur 10% dari volume rancangan (Prasetio,2019)

$$V = 10\% \times V. \text{ Rancangan}$$

$$= 10\% \times 3,03 \text{ m}^3$$

$$= 0,30 \text{ m}^3$$

f. Volume penampung lumpur setiap 2 kompartemen

$$V = \frac{V.\text{Rancangan}}{\text{Jumlah Kompartemen}}$$

$$= \frac{0,30 \text{ m}^3}{2} = 0,15 \text{ m}^3$$

$$V = 0,5 (P \times L \times T)$$

$$0,15 \text{ m}^3 = 0,5 (2,13 \text{ m} \times 0,71 \text{ m} \times T)$$

$$0,15 \text{ m}^3 = 0,5$$

$$(2,13 \times 0,71 \times T) = 0,3$$

$$T = 0,20 \text{ m}$$

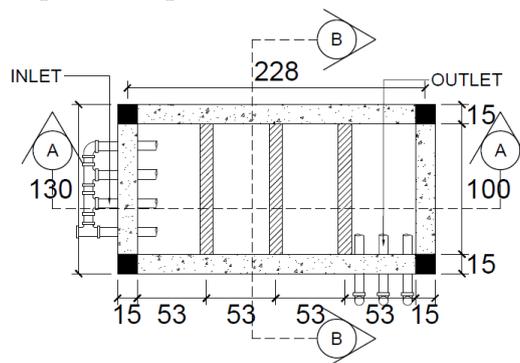
g. Dimensi Bak Pengendap Awal

$$\text{Panjang} = 2,13 \text{ m}$$

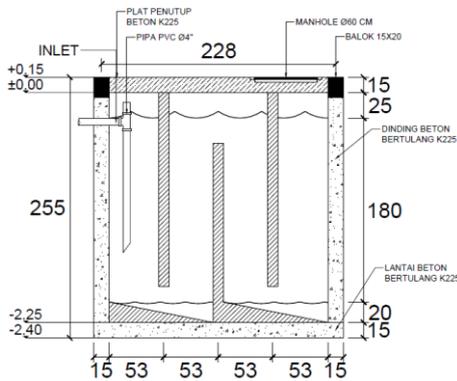
$$\text{Lebar} = 0,71 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2,00 \text{ m}$$

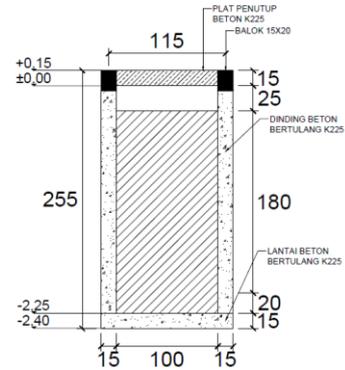
Berikut detail bak pengendap awal dapat dilihat pada Gambar 6., Gambar 7., dan Gambar 8.



Gambar 6. Bak Pengendap Awal Tampak Atas



Gambar 7. Potongan A-A Bak Pengendap Awal



Gambar 8. Potongan B-B Bak Pengendap Awal

3.3 Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

Volume bak Anaerobic Baffle Reactor (ABR) dihitung berdasarkan waktu tinggal sesuai dengan kriteria desain perencanaan, perhitungan rumus ABR maka ditentukan perhitungan bak ABR adalah sebagai berikut :

- a. Q (Debit Harian) = 16.500 L/hari = 16,5 m³/hari
= 688 L/jam
= 0,69 m³/jam
- b. Volume Pengolahan = Q (Debit Harian) x ddt (Waktu Tinggal)
= 16,50 m³/jam x 2 hari
= 33,00 m³

Waktu tinggal ditetapkan 2 hari, karena sesuai dengan kriteria desain (Sasse dalam Mubarok, 2008) dan juga dapat mengoptimalkan kontak dengan bakteri. Jika tinggi bak direncanakan 2 m, maka luas bak penampung adalah $A = 33,00 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} = 16,50 \text{ m}^2$ dan lebar bak penampung direncanakan 1,5 m.

- c. Panjang Bak ABR = Luas Bak Penampung / lebar bak
= $16,50 \text{ m}^2 / 1,5 \text{ m}$
= 11 m

Tinggi Freeboard 25% dari tinggi bak sesuai dengan kriteria desain (Sasse dalam Mubarok, 2008)

- = 2 m + 0,25
= 2,25 m
- d. Cek Volume Aktual = 11 m x 2,25 m x 1,5 m
= 37,13 m

Bak ABR ditetapkan 3 kompartemen yang mana disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan waktu tinggal yang optimal dengan volume masing masing kompartemen sama (Prasetyo, 2019).

- e. Panjang Tiap Kompartemen = (Panjang Bak)/(Jumlah Kompartemen)
= (11 m)/3
= 3,67 m

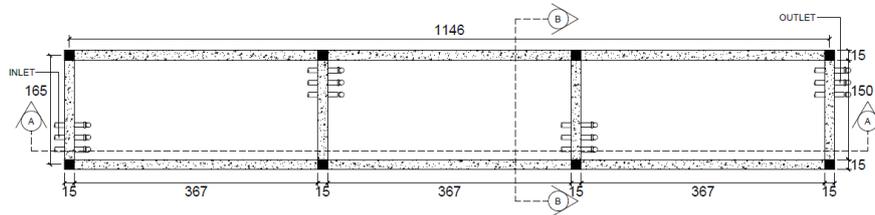
f. Dimensi Kompartemen

- Tinggi Aktual = 2,25 m
- Panjang : Tinggi = 11,00 : 2,25
= 4,89 : 1
= 5 : 1
- Panjang = 2,25 m x 4,89 m
= 11,00 m

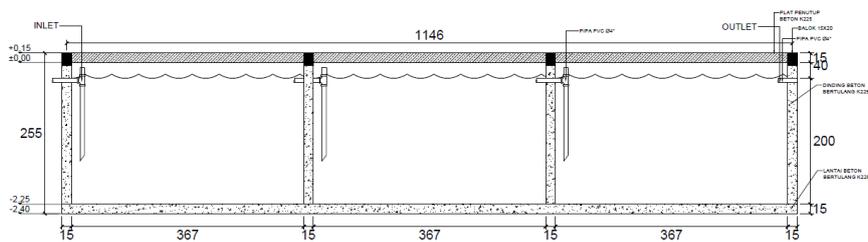
Dimensi Bak ABR tiap kompartemen adalah:

- Panjang = 11,00 m / 3
 = 3,67 m
 Lebar = 1,50 m
 Tinggi = 2,25 m

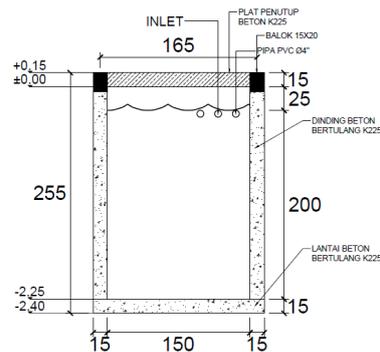
Berikut detail bak ABR dapat dilihat pada Gambar 5.13, Gambar 5.14 dan Gambar 5.15.



Gambar 9. Bak Anaerobic Baffle Reactor Tampak Atas



Gambar 10. Bak Anaerobic Baffle Reactor Potongan A-A



Gambar 11. Bak Anaerobic Baffle Reactor Potongan B-B

3.4 Bak Anaerobik Filter

Berikut perhitungan bak anaerobic filter berdasarkan hasil observasi sebagai berikut :

- a. Q (Debit Harian) = 16.500 L/hari = 16,5 m³/hari
 = 688 L/jam
 = 0,69 m³/jam
- b. Volume Pengolahan = Q (Debit Harian) x ddt (Waktu Tinggal)
 = 16,50 m³/jam x 2 hari
 = 33,00 m³

Waktu tinggal ditetapkan 2 hari, karena sesuai dengan kriteria desain (Sasse dalam Mubarak, 2008) dan juga dapat mengoptimalkan kontak dengan bakteri. Jika tinggi bak direncanakan 2 m, maka luas bak penampung adalah $A = 33,00 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} = 16,50 \text{ m}^2$ dan lebar bak penampung direncanakan 1,5 m.

c. Panjang Bak Anaerobik Filter = Luas Bak Penampung / lebar bak
 $= 16,50 \text{ m}^2 / 1,5 \text{ m}$
 $= 11 \text{ m}$

d. Tinggi Freeboard 25% dari tinggi bak sesuai dengan kriteria desain (Sasse dalam Mubarak, 2008)
 $= 2 \text{ m} + 0,25$
 $= 2,25 \text{ m}$

e. Cek Volume Aktual = $11 \text{ m} \times 2,25 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
 $= 37,13 \text{ m}^3$

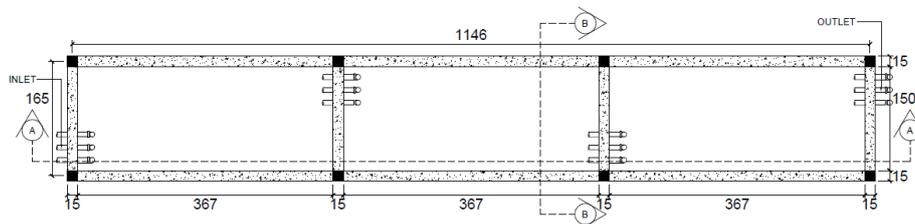
Bak Anaerobik Filter ditetapkan 3 kompartemen yang mana disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan waktu tinggal yang optimal dengan volume masing masing kompartemen sama (Prasetio, 2019).

f. Panjang Tiap Kompartemen = Panjang Bak / Jumlah Kompartemen
 $= 11 \text{ m} / 3$
 $= 3,67 \text{ m}$

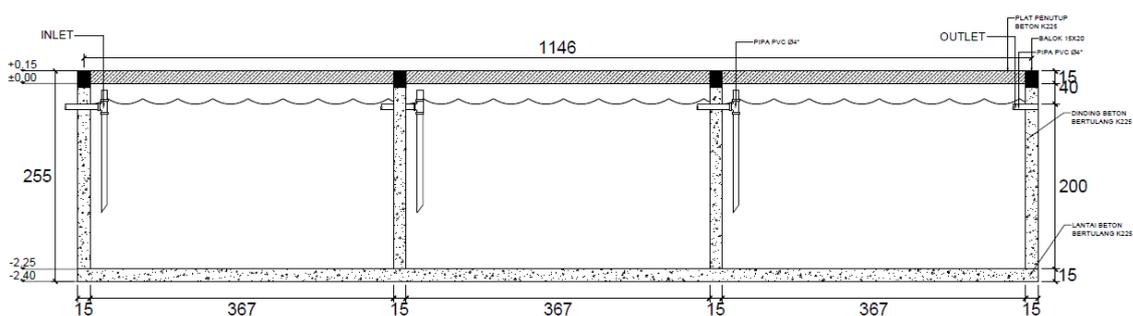
g. Dimensi Bak Anaerobik Filter tiap kompartemen adalah:

Panjang = 3,67 m
 Lebar = 1,50 m
 Tinggi = 2,25 m

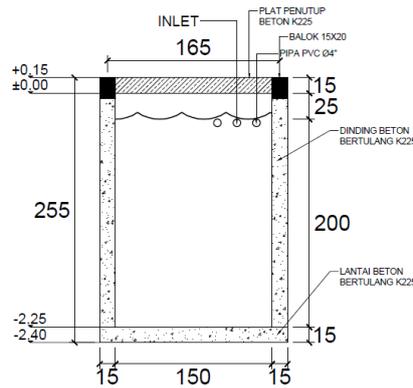
Berikut detail bak anaerobik filter dapat dilihat pada Gambar 12., Gambar 13., dan Gambar 14.



Gambar 12. Bak Anaerobik Filter Tampak Atas



Gambar 13. Bak Anaerobik Filter Potongan A-A



Gambar 14. Bak Anaerobik Filter Potongan B-B

3.5 Bak Pengendapan Akhir

Hasil perhitungan berdasarkan observasi maka ditentukan perhitungan bak pengendap akhir sebagai berikut :

- a. Q (Debit Harian) = 16.500 L/hari
= 688 L/jam
= 0,69 m³/jam
- b. Volume Pengolahan = Q (Debit Harian) x dt (Waktu Tinggal)
= 0,69 m³/jam x 4 jam
= 2,75 m³
- c. Volume Bak Pengendap Awal = Volume Pengolahan + Over Desain
= 2,75 m³ + (10% x 2,75 m³)
= 3,03 m³

Pada penelitian ini perhitungan volume bak pengendap akhir menggunakan perhitungan sesuai yang dinyatakan (Said, 2019) bahwa perhitungan volume bak pengendap akhir 10% lebih besar dari volume bak pengolahan. Biaya yang dikeluarkan menurut perhitungan tersebut secara ekonomi akan lebih sedikit namun mampu mengantisipasi luapan air limbah. Volume bak ekualisasi sebesar 3,03 m³ maka ditentukan kedalaman 2 m dengan perbandingan panjang dan lebar (3 : 1).

d. Maka, A = Volume Bak Pengendap Awal / Tinggi Bak
= 3,03 m³ / 2 m = 1,51 m²

A = P x L
1,51 m² = 3L x 1L

1,51 m² = 3L²

L² = 0,50 m²

L = 0,71 m

Maka, P = 3 x L
= 3 x 0,71 m
= 2,13 m

e. Dimensi Masing – masing Kompartemen

V = V.Rancangan / Jumlah Kompartemen
= 3,03 m³ / 4
= 0,76 m³

Panjang Ruang = Volume / (Lebar x Tinggi)
= 0,76 m³ / (0,71 x 2)
= 0,53 m

f. Volume prisma penampung lumpur 10% dari volume rancangan (Prasetio,2019).

$$\begin{aligned} V &= 10\% \times V. \text{ Rancangan} \\ &= 10\% \times 3,03 \text{ m}^2 \\ &= 0,30 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

g. Volume penampung lumpur setiap 2 kompartemen

$$\begin{aligned} V &= V. \text{Rancangan} / \text{Jumlah Kompartemen} \\ &= 0,30 \text{ m}^3 / 2 \\ &= 0,15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V = 0,5 (P \times L \times T)$$

$$0,15 \text{ m}^3 = 0,5 (2,13 \text{ m} \times 0,71 \text{ m} \times T)$$

$$0,15 \text{ m}^3 = 0,5$$

$$(2,13 \times 0,71 \times T) = 0,3 = T = 0,20 \text{ m}$$

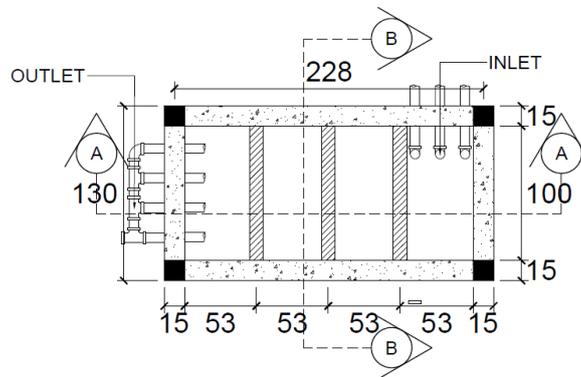
h. Dimensi Bak Pengendap Akhir

Panjang = 2,13 m

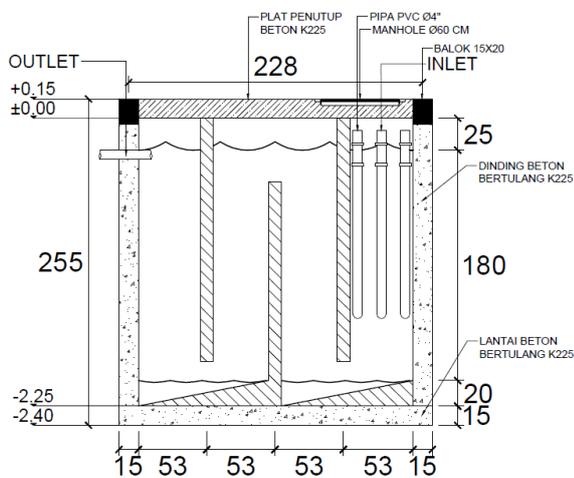
Lebar = 0,71 m \approx 1 m

Tinggi = 2,00 m

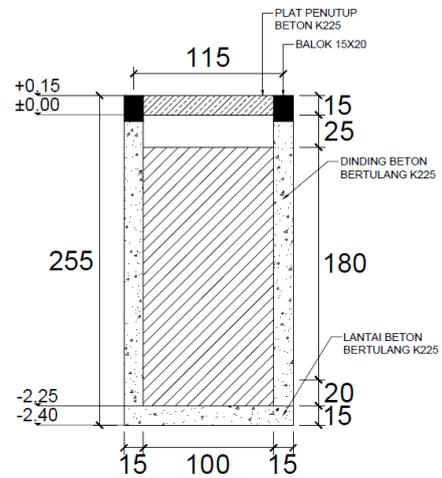
Berikut detail bak pengendap akhir dapat dilihat pada Gambar 15., Gambar 16., dan Gambar 17.



Gambar 15. Bak Pengendap Akhir Tampak Atas



Gambar 16. Potongan A-A Bak Pengendap Akhir



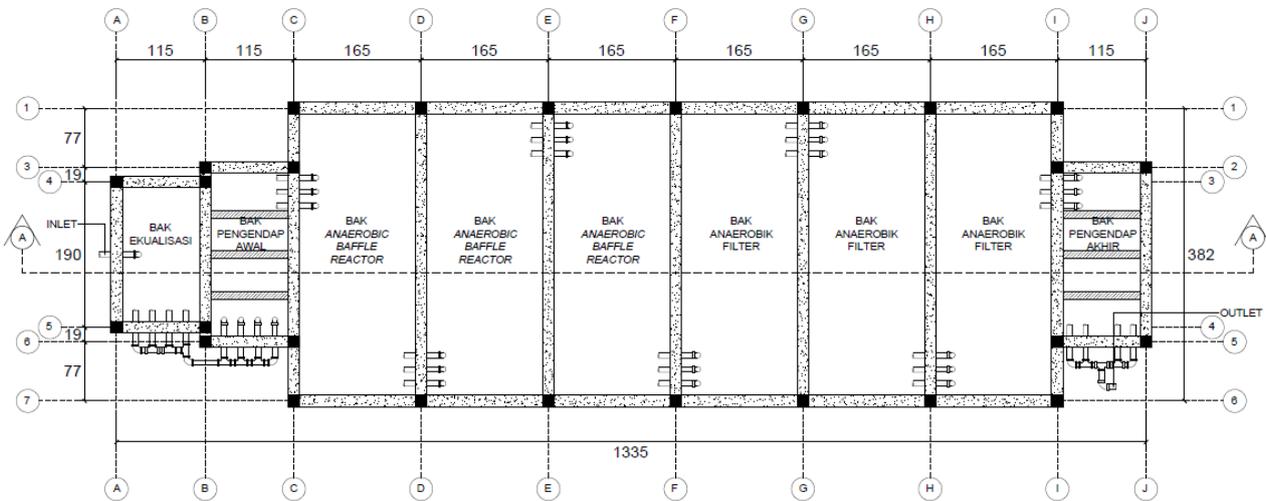
Gambar 17. Potongan B-B Bak Pengendap Akhir

Dari perhitungan yang telah dilakukan penelitian maka didapatkan rekapitulasi dimensi bangunan IPAL Tahu pada 4 pelaku usaha yang dapat dilihat pada Tabel 2.

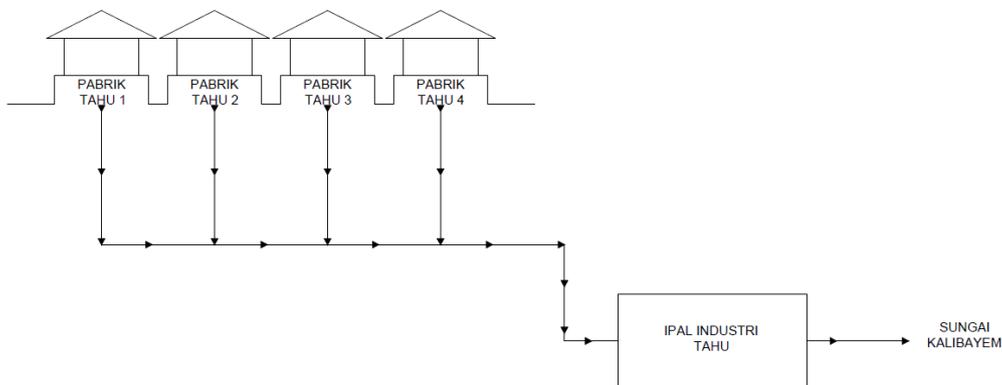
Tabel 2. Dimensi bangunan IPAL Tahu

No.	Bangunan	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
1	Bak Ekualisasi	1,75 m	1,00 m	2,55 m	3,03 m ³
2	Bak Pengendap Awal	2,13 m	1,00 m	2,55 m	3,03 m ³
3	Bak <i>Anaerobic Baffled Recator</i>	3,67 m	1,50 m	2,55 m	15,13 m ³
4	Bak Anaerobik Filter	3,67 m	1,50 m	2,55 m	15,13 m ³
5	Bak Pengendap Akhir	2,13 m	1,00 m	2,55 m	3,03 m ³

Pada tinggi bak IPAL Tahu ditetapkan dengan tinggi 2,55 m karena akan memudahkan pengerjaan dan disesuaikan dengan kondisi lahan. Gambar berikut adalah denah bangunan IPAL Tahu dapat dilihat pada Gambar 18. serta Skema IPAL Tahu dari 4 Pelaku Usaha dari inlet menuju IPAL Tahu dan disalurkan ke badan air dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 18. Denah IPAL Tampak Atas



Gambar 19. Skema IPAL Tahu

4. Kesimpulan dan Saran

1. Sistem pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Tahu di Dusun Janten, Ngestiharjo, Kasihan berdasarkan kapasitas produksi 1.100 Kg/hari terdiri dari bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak *anaerobic baffle reactor*, bak anaerobik filter dan bak pengendap akhir.

2. Pada penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwa dengan debit buangan air limbah sebesar 16.500 L / hari / 16,50 m³ / hari maka didapatkan perhitungan dimensi IPAL Tahu terdiri dari:
 - a. Bak ekualisasi (panjang = 1,75 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m)
 - b. Bak pengendap awal (panjang = 2,13 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 4 ruang)
 - c. Bak *anaerobic baffle reactor* (panjang = 3,67 m, lebar = 1,50 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 3 ruang)
 - d. Bak anaerobik filter (panjang = 3,67 m, lebar = 1,50 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 3 ruang)
 - e. Bak pengendap akhir (panjang = 2,13 m, lebar = 1,00 m, tinggi = 2,55 m, jumlah kompartemen = 4 ruang)Pembangunan IPAL Tahu di Dusun Janten dengan lahan terbatas direncanakan dibawah tanah sedalam 3,55m.

Daftar Pustaka

- Hasutuningrum S., dan Purnawan., 2017. Pra-Rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Industri Batik (Studi Kasus Batik Sembung, Sembungan Rt.31/Rw.14, Gulurejo, Lendah, Kulonprogo). Yogyakarta: Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Kaswinarni. F., 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nugraha M.F.D., 2021. Perancangan Ipal Kawasan Industri Tahu Di Desa Sugihmanik, Kecamatan Tanggunharja, Kabupaten Grobogan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pamungkas A.W dan Slamet A., Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya. Surabaya: Jurnal ITS.
- Priyandari. Y., Kusuma. H., Suletra I.W., dan Jauhari. W.A., 2019. Pemilihan Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah untuk Kawasan Industri Tahu-Tempe Menggunakan Fuzzy TOPSIS. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Prasetio. D., 2019. Pra-Rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Krupuk Kulit (Krecek) Dengan Sistem Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dan Aerasi Lumpur Aktif. Yogyakarta: AKPRIND.
- Rahardiyani., dan Difa Sukma. D., 2019. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Pabrik Tahu Maju Jaya, Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Safriani. M., dan Silva. C.S., 2018. Studi Perencanaan Bangunan Ipal di Desa Blang Beurandang, Kabupaten Aceh Barat. Aceh Barat: Universitas Teuku Umar.
- Said. N.I. 2019. Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob. Yogyakarta: Gosyen Publishing.