

**RENCANA PEMBANGUNAN IPAL (INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH)
UNTUK MENGURANGI LIMBAH DI DESA KABUNAN KECAMATAN BALEN
KABUPATEN BOJONEGORO**

Heri Mulyanti, S.Si. M.Sc¹ Febri Exta Badevi²
Program Studi Teknik Sipil / Universitas Bojonegoro

ABSTRAK

Pengolahan limbah cair pabrik tahu dapat menggunakan kombinasi sistem anaerobik aerobik dengan biofilter karena limbah cair pabrik tahu dapat terurai secara biologis dengan peranan mikroorganisme. Instalasi yang dibutuhkan yaitu bak pemisah minyak, bak ekualisasi, bak anaerobik dan bak aerobik yang dilengkapi biofilter, serta bak penjernih. Bak pemisah minyak multifungsi untuk saponifikasi, bak ekualisasi dapat menurunkan kadar TSS, bak anaerobik memiliki efisiensi sebesar 75 % dan efisiensi bak aerobik 95 %, serta bak penjernih yang dilengkapi dengan pompa sirkulasi lumpur. Dari pengolahan tersebut tidak didapatkan lumpur dan diperkirakan BOD₅, COD, TSS berturut – turut sebesar 15,9 mg/L , 22,0 mg/L, 1,5 mg/L, dan pH 6,50.

Pengolahan air limbah (IPAL) dari pabrik tahu di Desa Kabunan Kabupaten Bojonegoro menyarankan agar industri rumahan pabrik tahu terkait dapat mengkaji pengadaan atau pelaksanaan pembangunan IPAL untuk menangani limbah cair yang tiap hari dihasilkan dari proses produksi tahu tersebut. Perlu penelitian yang terpisah untuk tiap variasi waktu tinggal agar dapat menghindari terjadinya *Carry over*.

Kata kunci: *IPAL, Desain, Konstruksi, Industri tahu*

PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas dalam lingkungan seiring dengan pertumbuhan ekonomi masyarakat dan tingginya pertumbuhan penduduk akan semakin terasa dampaknya terhadap lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan secara terus-menerus menyudutkan masyarakat pada permasalahan lingkungan. Karena itu, unsur utama yang harus dimiliki pelaku pemerintahan ini adalah kemampuan dan konsistensi identifikasi persoalan lingkungan. Saluran-saluran yang membentuk jaringan sanitasi harus diarahkan pada kawasan pengolahan tersendiri, yaitu IPAL (Instalasi Pengolahan Air limbah).

Agar lingkungan tetap sehat, masalah-masalah harus menjadi perhatian serius terhadap pemerintah beserta dengan warganya. Penting untuk menyadarkan masyarakat yang bermukim di pinggiran sungai-sungai karena cukup banyak warga yang membuang limbah langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Menanggapi fenomena lingkungan sebagaimana yang telah diuraikan di atas, perlu untuk membangun IPAL yang dibuat dengan tujuan agar masyarakat sadar

dan turut terlibat dalam hal kepedulian lingkungan. Dalam perencanaan dan perhitungan desain IPAL kombinasi sistem anaerobik dan aerobik akan dihitung desain standar yaitu bak pemisah minyak, bak ekualisasi, bak anaerobik dan bak aerobik, dan bak penjernih. Berikut ini merupakan bagan proses pengolahan limbah sederhana kombinasi sistem anaerobik – aerobik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian mencakup prosedur dan teknik penelitian. Metode penelitian merupakan langkah penting untuk memecahkan masalah-masalah penelitian. Dengan menguasai metode penelitian, bukan hanya dapat memecahkan berbagai masalah penelitian, namun juga dapat mengembangkan bidang keilmuan yang digeluti. Selain itu, memperbanyak penemuan-penemuan baru yang bermanfaat bagi masyarakat luas dan dunia pendidikan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif yaitu dengan cara mencari informasi tentang gejala yang ada, didefinisikan dengan jelas tujuan yang akan dicapai, merencanakan cara pendekatannya, mengumpulkan data sebagai bahan untuk membuat laporan. Dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui atau mengukur keterkaitan antara ketersediaan e-Books 3D dengan pemenuhan kebutuhan informasi pemustaka. Variabel penelitian yang akan dikaji dalam penelitian ini dibagi menjadi dua variabel utama, yaitu variabel bebas (X) yang terdiri satu variabel, yaitu ketersediaan e-Books 3D (X) Sedangkan variabel terikat (Y) terdiri dari satu variabel, yaitu pemenuhan kebutuhan informasi pemustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur Percobaan

1) Persiapan Bahan Baku Limbah Cair Industri Tahu

Limbah cair industri tahu didapatkan dari pengrajin industri tahu yang terdapat di Desa Kabunan. Sebanyak 120 L limbah cair yang baru keluar dari sisa proses pencetakan atau penyaringan ditampung dan dimasukkan ke dalam 4 unit wadah derigen plastik berukuran 30 liter, selanjutnya ditutup agar tidak terkontaminasi. Limbah cair tersebut dibawa ke laboratorium dan siap digunakan sebagai bahan baku penelitian.

2) Pembuatan Starter

Limbah cair tahu disaring sebanyak 50 liter menggunakan kain saring halus, kemudian dinetralkan dengan penambahan larutan NaOH, lalu dimasukkan ke dalam tangki berukuran 120 liter yang tutupnya dilengkapi dengan kran dan selang penghubung ke tangki pengumpul gas. Kemudian ditambahkan nutrisi dengan perbandingan antara nutrisi dengan limbah cair sebagai berikut : glukosa 25 gr/l; pepton 0,1 g/l; K_2HPO_4 0,75 gr/l ; $NH_4H_2PO_4$ 1 gr/l dan $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ 0,5 g/l. Campuran diaduk hingga seluruh nutrisi

bercampur dengan limbah secara baik. Bibit mikroba anaerob diambil dari lumpur parit pembuangan limbah cair industri tahu, di masukkan ke dalam wadah tertutup dan dibawa ke laboratorium kemudian dimasukkan ke dalam larutan starter yang sudah disiapkan terlebih dahulu. Selanjutnya tangki tersebut ditutup rapat dan kran yang menghubungkan antara tangki inkubasi dengan tangki pengumpul gas juga ditutup agar diperoleh kondisi anaerob. Setelah tangki dan kran penghubung ditutup, dilakukan inkubasi pada suhu kamar selama 14 hari. Setelah 14 hari kran penghubung dibuka dan biogas yang terbentuk dibiarkan mengalir ke dalam tangki pengumpul biogas, kemudian dicoba dinyalakan. Inkubasi selesai apabila gas dari tangki pengumpul dapat dinyalakan. Pembuatan Biofilm (Pembibitan Mikroba pada Media) dalam biofilter.

Limbah cair tahu yang telah disaring dengan kain saring halus sebanyak 50 liter dimasukkan ke dalam tangki umpan lalu ditambahkan starter (bibit mikroba) sebanyak 10% volume yang telah disiapkan terlebih dahulu. Campuran tersebut kemudian dipompakan ke dalam reaktor biofilter hingga terisi penuh (ditandai dengan cairan mulai keluar dari kran pembuangan atas), selanjutnya kran pembuangan atas ditutup. Pada saat awal, sistem dioperasikan secara batch selama dua hari, kemudian dilakukan sirkulasi melalui tangki umpan selama kurang lebih 14 hari. Proses penghentian pembuatan biofilm ditandai dengan mencoba menyalakan bio gas melalui gas holder sebagai tanda bahwa telah terbentuk gas metana. (Suwarno *et al*, 2003). Hal ini untuk memastikan bahwa telah terjadi adaptasi mikroorganisme dengan limbah cair tahu yang akan diolah.

Perhitungan Desain

1) Desain Bak Pemisah Lemak/ Minyak

Desain bak pemisah minyak direncanakan dengan dua alternatif, yaitu :

Alternatif 1

- ✓ Bak pemisah minyak/*skimmer* direncanakan untuk mengurangi beban organik berupa lemak. Bak pemisah minyak didesain dengan inlet yang diletakkan didasar bak agar minyak mudah mengapung keatas
- ✓ Minyak/lemak yang telah menga-pung ke permukaan akan di-*scrap*/dikikis menggunakan *scrapper* dengan jangka waktu 1 – 2 minggu sekali tergantung dari jumlah minyak/lemak yang dihasilkan. *Scrapper* dapat menggunakan serok, *stainless* pipih panjang, kayu, maupun alat bantu lainnya.
- ✓ Pengikisan akan dilakukan secara manual mengingat lemak/minyak dari limbah cair pabrik tahu hanya berjumlah sedikit.
- ✓ Lemak/minyak yang telah dikikis oleh *scrapper* akan dikumpulkan dan dibuang ke petugas kebersihan yang ada di kampung/ dinas kebersihan terkait. Tidak terdapat penampung minyak dan *overflow weir*.
- ✓ *Outlet* limbah cair selanjutnya akan dialirkan menuju bak ekualisasi melalui pipa.

Alternatif 2

Pada dasarnya perencanaan alternatif 2 sama dengan alternatif 1, perbedaannya adalah sebagai berikut:

- ✓ Minyak/ lemak yang telah menga-pung dikikis dengan *scrapper* dan didorong keluar dari *skimmer* menuju bak penampung minyak dengan melewati *overflow weir*.

- ✓ Pada bak penampung minyak akan dilakukan saponifikasi atau penyabunan terhadap minyak yang ter-kumpul. Saponifikasi dapat menggunakan basa kuat NaOH dan KOH. Untuk menghasilkan sabun yang keras dapat digunakan NaOH, dan untuk menghasilkan sabun yang lunak/ sabun cair digunakan KOH. Bahan baku dan bahan pendukung untuk saponifikasi adalah lemak/ minyak dan senyawa alkali (bersifat basa), umumnya yaitu NaCl, Na₂CO₃, NH₄OH dan ethanol.
- ✓ Produk dari saponifikasi dapat disertakan menuju bak ekualisasi. Sabun yang dihasilkan tersebut sangat mudah larut didalam air, dan mudah berbusa. Sifat basa dari produk sabun tersebut dapat membantu menaikkan pH limbah cair pabrik tahu. Jumlah basa kuat yang ditambahkan untuk saponifikasi sebanding dengan hasil limbah.

2) Perhitungan dimensi

Data:

Debit limbah cair = 20 m³/hari

Waktu produksi limbah (t) = 10 jam Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{➤ Flow rate} &= Q \text{ (m}^3\text{/hari)} / t \text{ (jam)} \\ &= 20 / 10 \\ &= 10 \text{ m}^3\text{/jam} \end{aligned}$$

Volume bak yang diperlukan untuk waktu tinggal direncanakan selama 2 jam

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= \text{Flow rate} \times \text{waktu tinggal} \\ &= 10 \text{ m}^3\text{/jam} \times 2 \text{ jam} \\ &= 20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Perencanaan dimensi bak

$$\begin{aligned} P \times L \times t &= 2,50 \times 1,20 \times 1,20 \text{ m Volume} = 2,50 \times 1,20 \times 1,20 \text{ m} \\ &= 3,60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Kadar minyak limbah cair adalah 26 mg/l (Bapeda Medan, 1993 dalam Nurhamaswaty, 2008:14)

$$\text{Vol. Minyak} = 20 \text{ l/hr} \times 26 \text{ mg/l} = 520 \text{ mg/hr} = 0,52 \text{ l/hari}$$

1) Desain Bak Ekualisasi (Bak Penampung Limbah Cair)

Perencanaan bak ekualisasi dilakukan dengan memanfaatkan sisa ruangan dari kolam penampungan yang telah digunakan sebagian untuk bak pemisah lemak. Bak ekualisasi akan dilengkapi dengan pompa *submersible* yang akan memompa limbah cair dari bak ekualisasi menuju bak anaerobik. Desain bak ekualisasi/ bak penampung limbah cair adalah sebagai berikut:

1) Perhitungan dimensi

Dari kolam penampungan yang telah tersedia, maka didapatkan dimensi bak ekualisasi yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 9,00 \text{ m} - 1,20 \text{ m} - 0,15 \text{ m} \\ &= 7,65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar a} = 3,65 \text{ m}$$

$$\text{Lebar b} = 4,50 \text{ m}$$

Volume tampungan maksimum

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times (3,65 + 4,50) \times 7,65 \times 3 \\ &= 93,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Syarat:

$$\begin{aligned} \text{Vol. tampungan maksimum} &> Q \text{ limbah} \\ 93,02 \text{ m}^3 &> 20 \text{ m}^3 \dots \text{memenuhi} \end{aligned}$$

2) Penentuan inlet dan outlet

Inlet bak ekualisasi direncanakan berdiameter 4 inch sesuai dengan *outlet* dari *skimmer* dan untuk *outlet*nya direncanakan menggunakan pipa PVC dengan diameter yang disesuaikan dengan *outlet* dari pompa *submersible*.

3) *Sludge removal*

Sludge removal direncanakan membuat saluran di dasar bak ekualisasi dengan slope 0,02 agar lumpur mudah terkumpul. Lumpur yang telah terkumpul kemudian dapat ikut dipompa menuju bak ekualisasi.

2) Pompa Limbah Cair pada Bak Ekualisasi

Pompa limbah cair yang dibutuhkan harus disesuaikan dengan besarnya debit limbah cair yang dipompa tiap hari. Pompa digunakan untuk memompa limbah cair dari bak ekualisasi ke bak anaerobik. Perencanaan pompa pada bak ekualisasi yakni sebagai berikut:

1) Perhitungan *flow rate*

Debit limbah cair = 20 m³/hari
 Dengan 10 jam kerja, sehingga:
Flow rate = 20 m³/jam
 = 20.000 liter/menit

2) Penentuan pompa

Dengan debit limbah cair 20.000 liter/menit dibutuhkan spesifikasi pompa sebagai berikut:

Kapasitas : 20 - 140 liter/menit
 Tipe : *Submersible pump*
 Total head : 1 – 6 m
 Daya listrik : 250 watt
 Rekomendasi : Pompa Pedrollo TOP 1 (atau setara)

1) Bak anaerobik

Bak anaerobik akan dilengkapi dengan media biofilter berupa media sarang tawon/*honey comb* yang bertipe *crossflow*. Perencanaan bak anaerobik yaitu sebagai berikut:

a) Data perencanaan:

Debit limbah cair = 20 m³/hari
 Perkiraan suhuin = 35°C – 37°C
 BOD_{in} = 1.340 mg/L
 COD_{in} = 1.852 mg/L
 Efisiensi = 60 % - 90 % (Metcalf & Eddy, 2003:893)
 Diasumsikan efisiensi sebesar 75%, sehingga:
 BOD_{out} = 25 % x BOD_{in} = 335 mg/l
 COD_{out} = 25 % x COD_{in} = 463 mg/l

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

BOD = Q limbah cair x kadar BOD
 = 20 (m³/hari) x 1.340 (g/m³)
 = 26.800 g/hari = 26,8 kg/hari
 COD = Q limbah cair x kadar COD
 = 20 (m³/hari) x 1.852 (g/m³)
 = 37.040 g/hari = 37,04 kg/hari

c) Besar BOD dan COD yang dihilangkan dalam bak anaerobik

BOD = Efisiensi x Beban BOD (kg/hr)
 = 75% x 26,8 = 20,1 kg/hr
 COD = Efisiensi x Beban COD (kg/hr)
 = 75% x 37,04 = 27,78 kg/hr

d) Volume media biofilter yang diperlukan

Standar beban BOD untuk *high rate* dengan *packing* material berupa plastik adalah 0,6 – 3,2 kg BOD/m³.hari (Metcalf & Eddy, 2003:893). Direncanakan standar beban BOD yang digunakan sebesar 2,5 kg BOD/m³.hari.

$$\begin{aligned}\text{Vol.} &= \text{Beban BOD} / \text{Standar beban BOD} \\ &= 20,1 \text{ (kg/hari)} / 2,5 \text{ (kg/m}^3\text{.hari)} \\ &= 8,04 \text{ m}^3\end{aligned}$$

e) Volume bak anaerobik

Volume media biofilter adalah 60% dari jumlah volume efektif (Dept. PU,Pd-T-04-2005 C), sehingga volume bak yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Vol.} &= 100/60 \times \text{vol.media biofilter} \\ &= 100/60 \times 8,04 \text{ m}^3 \\ &= 13,4 \text{ m}^3 \sim 14,00 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Direncanakan kolam anaerobik dengan 2 ruang sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Vol.reaktor anaerobik rerata} & \\ &= 12,00 \text{ m}^3 : 2 \\ &= 6,00 \text{ m}^3\end{aligned}$$

f) Waktu tinggal dalam reaktor atau bak anaerobik rata-rata

Untuk beban COD 12 – 30 kg/m³.hari dan suhu rata-rata 36°C, waktu tinggalnya adalah 3 – 8 jam (Metcalf & Eddy, 2003:1022).

Waktu tinggal :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{volume reaktor (m}^3\text{)}}{Q \text{ (m}^3\text{/hari)}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= \frac{6,00 \text{ (m}^3\text{)}}{20 \text{ (m}^3\text{/hari)}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 7,2 \text{ jam}\end{aligned}$$

g) Dimensi reaktor anaerobik

P x L x H	= 3,0 x 2,0 x 2,0 m
Ruang bebas	= 0,5 m
Vol.efektif total	= 3,0 x 2,0 x 2,0
	= 12,0 m ³
Jumlah ruang	= 2 ruang
Tebal dinding	= 15 cm
Konstruksi	= Beton K275
Perlindungan	= <i>Water proofing</i>

2) Bak aerobik

Bak aerobik akan dilengkapi dengan media biofilter yang sama pada kolam anaerobik dan akan dilengkapi dengan *blower* udara yang berguna sebagai aerator. Perencanaan bak aerobik adalah sebagai berikut:

1) Data:

Q limbah cair	= 20m ³ /hari
BOD _{in}	= 335 mg/l
COD _{in}	= 463 mg/l
Efisiensi	= 95 %
BOD _{out}	= 5 % x BOD _{in} = 16,75 mg/l
COD _{out}	= 5 % x COD _{in} = 23,15 mg/l
Perkiraan suhuin	= 28°C – 30°C

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

BOD	= Q x BOD dari anaerobik (g/m ³)
	= 20 (m ³ /hari) x 335 (g/m ³)
	= 6700 g/hari = 6,7 kg/ hari
COD	= Q x COD dari anaerobik (g/m ³)

$$= 20 \text{ (m}^3\text{/hari)} \times 463 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

$$= 9260 \text{ g/hari} = 9,26 \text{ kg/ hari}$$

3) **Jumlah BOD dan COD yang dihilangkan**

$$\text{BOD} = 95\% \times \text{beban BOD didalam limbah cair (kg/hari)}$$

$$= 95\% \times 6,7 \text{ kg/ hari}$$

$$= 6,7 \text{ kg/ hari COD} = 95\% \times \text{beban}$$

$$\text{COD didalam limbah cair (kg/hari)} = 95\% \times 8,22 \text{ kg/ hari} = 7,81 \text{ kg/ hari}$$

4) **Volume media yang diperlukan**

Volume media yang diperlukan yaitu:

$$= \text{beban BOD dalam limbah cair (kg/hari)} / \text{beban BOD per vol.media}$$

$$= 6,7 / 2,5 = 2,68 \text{ m}^3$$

5) **Volume reaktor**

Volume media 55 % dari volume efektif reaktor (Dept. Pekerjaan Umum, Pd-T-04-2005-C, 2005:6), sehingga:

$$\text{Volume reaktor} = 100/55 \times \text{vol.media}$$

$$= 100/55 \times 2,68 \text{ m}^3 = 4,88 \text{ m}^3 \sim 5,00 \text{ m}^3$$

6) **Waktu tinggal dalam reaktor atau bak aerobik rata-rata**

$$= \frac{\text{volume reaktor (m}^3\text{)}}{Q \text{ (m}^3\text{/hari)}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= \frac{5,00 \text{ (m}^3\text{)}}{20 \text{ (m}^3\text{/hari)}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 6 \text{ jam}$$

7) **Dimensi**

Bak aerobik direncanakan memiliki dua ruangan, sehingga direncanakan:

➤ **Ruang media biofilter**

$$P \times L \times h = 1,80 \times 1,50 \times 1,20 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Volume efektif} = 1,80 \times 1,50 \times 1,20 = 3,24 \text{ m}^3$$

$$\text{Konstruksi} = \text{Beton K275}$$

➤ **Ruang aerasi**

$$P \times L \times h = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Ruang bebas} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Volume efektif} = 0,80 \times 1,50 \times 2,00 = 2,40 \text{ m}^3$$

➤ **Total volume efektif bak aerobik**

$$\text{Vol. Total} = \text{Vol. efektif media} + \text{Vol. efektif aerasi}$$

$$= 3,24 + 2,40 = 5,64 \text{ m}^3$$

8) **Cek Beban BOD per volume media biofilter (kg/m³.hari)**

$$= \frac{\text{beban BOD pada limbah cair (kg/hari)}}{\text{Volume media}}$$

$$= \frac{5,64 \text{ (kg/hari)}}{\text{Volume media } 2,26 \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$= 2,5 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

9) **Cek waktu tinggal**

$$= \frac{5,64 \text{ (m}^3\text{)}}{20 \text{ (m}^3\text{/hari)}} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 6,77 \text{ jam}$$

3) **Blower Udara**

Penentuan blower udara didasarkan dari kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menghilangkan beban BOD. Kebutuhan oksigen dalam reaktor atau bak biofilter aerobik

adalah sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan, sehingga kebutuhan oksigen yaitu:

1) **Kebutuhan oksigen**

= Jml. BOD yang dihilangkan (kg/hari)
= 5,64 kg/hari

2) **Untuk faktor keamanan (FS), maka digunakan:**

FS = 1,6 untuk *packing* plastik *cross flow* (Metcalf & Eddy, 2003:905) Sehingga, kebutuhan oksigen = FS x beban BOD
= 1,6 x 5,64 = 9,02 kg/hari

3) **Kebutuhan udara teoritis untuk menentukan kapasitas blower:**

(Appendix B, Metcalf & Eddy, 2003:1738)

Presentase oksigen dalam udara = 23,18 %

Suhu udara rerata bak aerobik = 30°C

Massa jenis udara pada suhu 30°C, yaitu:

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

P = Tekanan atmosfer = 1,01325 . 10⁵ N/m²

M = Mol udara = 28,97 kg/kg-mol

R = Konstanta gas universal

= 8314 N.m/kg-mol.K

4) **Jumlah kebutuhan udara:**

= $\frac{9,02 \text{ kg/hari}}{1,165 \text{ kg/m}^3 \times 23,18 \%}$ = 33,40 m³/hari *us plastic tubes, single spiral roll*
rang dipakai adalah 10 %, sehingga:

Kebutuhan udara aktual:

= Jml keb. udara teoritis / Ef. *blower* (%)

= 33,40 / 0,1 = 334 m³/hari

= 0,23 m³/menit = 230 ltr/menit

5) **Perencanaan blower**

Direncanakan *blower* udara yang diperlukan yaitu dengan spesifikasi:

Kapasitas = 200 – 250 ltr/menit

Head = 2 m

Jumlah = 2 unit (pemakaian secara bergantian)

Rekomendasi = Blower GF – 180

Output = 300 ltr/menit Daya = 180 watt

4) **Bak penjernih**

Perencanaan bak penjernih / *clarifier* yaitu sebagai berikut:

1) **Data:**

Debit limbah cair = 20 m³/hari

BODmasuk = 16,75 mg/L

CODmasuk = 23,15 mg/l

Waktu tinggal = Bak penjernih memiliki standar waktu tinggal 2 – 4 jam.

Standar perencanaan untuk *rectangular* dan *circular clarifiers* (Ronald L.

Droste, 1997:323) adalah:

H maks = 4,90 m

Panjang maks = 75,0 m

Diameter maks = 38,0 m

Overflow rate = 16 – 29 m³/ m².hr

Floor slope = mendekati datar/ 1:12

2) **Volume bak yang diperlukan adalah:**

Direncanakan waktu tinggal bak penjernih adalah 3,5 jam

3) **Dimensi bak penjernih / clarifier**

Bak penjernih direncanakan berbentuk silinder dengan dasar berbentuk kerucut/runcing agar endapan mudah terkumpul dan dipompa kembali ke bak aerobik.

Dimensi bak penjernih :

Diameter = 1,50 m

Tinggi silinder = 1,20 m

Tinggi kerucut = 0,30 m

Tinggi jagaan = 0,50 m

Volume silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
 $= \frac{1}{4} \times \pi \times 1,50^2 \times 1,20$
 $= 2,12 \text{ m}^3$

Volume kerucut = $\frac{1}{3} \times \pi \times 1,50^2 \times 0,30$
 $= 0,71 \text{ m}^3$

Volume total = $2,12 \text{ m}^3 + 0,71 \text{ m}^3$

= $2,83 \text{ m}^3$

Tebal dinding = 15 cm

Konstruksi = Beton K275

Perlindungan = *Water proofi*

4) Cek waktu tinggal pada saat beban puncak

Diasumsikan beban puncak adalah $2 \times Q$ limbah, sehingga:

Waktu tinggal = $3,83 \text{ jam} / 2$

= 1,91 jam

5) Beban permukaan (*surface loading*) pada saat beban puncak

Beban permukaan puncak:

= $10,05 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hr} \times 2$

= $20,10 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{Hr}$

5) *Effluent* / Hasil Pengolahan

Effluent yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair pabrik tahu tersebut adalah sebagai berikut:

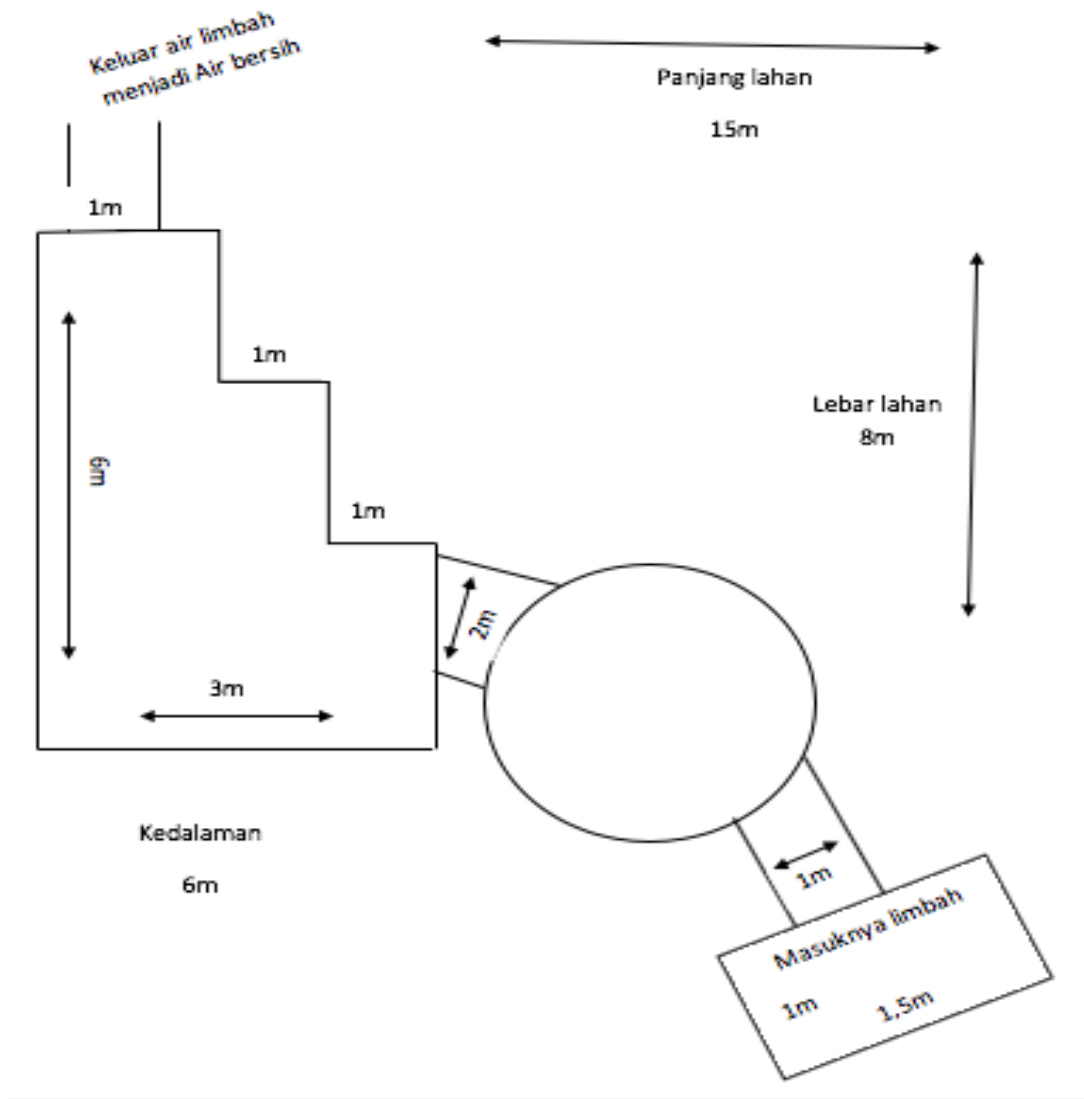
Perbandingan Kualitas <i>Effluent</i> dengan Baku Mutu Air Limbah Parameter		Kadar
Baku mutu*		Limbah cair Pabrik Tahu di desa Kabunan Kecamatan Balen
(mg/L)		(mg/L)
pH	6,0 - 9,0	6,50
BOD5	150	15,90
COD	300	21,99
TSS	100	18,05
Volume air limbah maks	20	19,72

(m3/ton kedelai)

Tabel 6. Perbandingan Kualitas *Effluent* dengan Baku Mutu Air Limbah Parameter**Tabel 5. Perkiraan Kualitas *Effluent* dari Proses Pengolahan**

Parameter						
BOD5 (mg/L)	COD (mg/L)			TSS (mg/L)	pH	Suhu (oC)
Influent	1.340	1.852	1.520	4,09	40 – 45	
<i>Skimmer</i>	0%	0%	5%	4,5	40 – 45	
1.340,0		1.852,0		1.444,0		
Bak Ekualisasi	0%	0%	15%	5,0	37 – 39	
1.340,0		1.852,0		1.227,4		
Bak Anaerobik	75%	75%	75%	5,5	35 – 37	
335,0		463,0		306,9		
Bak Aerobik	95%	95%	95%	6,0	28 – 30	
16,8		23,2		15,3		
Bak Penjernih	5%	5%	90%	6,5	27 – 28	
15,9		22,0		1,5		
<i>Effluent</i>	15,9	22,0	1,5	6,5	27 – 28	

Berdasarkan pada hasil analisa yang telah dilakukan maka gambar untuk desain konstruksi IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) untuk mengurangi limbah di desa Kabunan Kecamatan Balen Kabupaten Bojonegoro seperti pada gambar 4.1



Gambar 1. Desain Konstruksi IPAL

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah besar debit limbah cair pabrik tahu di Desa Kabunan Kabupaten Bojonegoro adalah 20 m³/hari dengan kandungan BOD₅, COD, TSS dan pH belum memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Dari pengolahan yang dilakukan dengan kombinasi sistem anaerobik – aerobik menggunakan biofilter didapatkan

perkiraan effluent yang mampu memenuhi baku mutu air limbah untuk BOD₅, COD, TSS dan pH berturut – turut yaitu 15,9; 22,0; 1,5 mg/l dan pH 6,50.

REFERENSI

- Rossiana, N, 2006. *Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu Sumedang Terhadap Reproduksi Daphnia carinata King*. Hasil Penelitian Toksikologi Lingkungan. UNPAD.
- Herlambang. 2002. *Teknologi Pengolahan Sampah dan Air Limbah*. Jurnal.bppt.go.id.
- Nuraida dalam Amir Husin 2008, *Studi Perencanaan Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu “3 Saudara” Malang Dengan Kombinasi Biofilter Anaerobik – Aerobik*. Universitas Brawijaya –Malang, Jawa Timur, Indonesia.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press, Jakarta.
- Tchobanoglous, 1991. *Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Brawijaya.
- Haryoto Kusnopranto, 1985. *Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)*.
www.kaskus.co.id/thread/51eec7a3f8ca17045c000000/saluran-pembuangan-air-limbah-spal.
- Nurhasan dan Pramudyanto, 1987. *Pengolahan Air Buangan Industri Tahu*. Yayasan Bina Lestari dan Walhi. Semarang.
- Rhomaidhi (2008 : 32), *Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal berbasis Masyarakat di Kecamatan Rappocini Kota Makasar*.
- Sugiyono. (2014), *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung.
- Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Surabaya.
- Shafiya Sausan. (2017), *Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah IPAL Pabrik Tahu FIT Malang dengan Digester Anaerobik dan Biofilter Anaerobik Aerobik*. Universitas Brawijaya –Malang, Jawa Timur, Indonesia.