PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI TAHU DI KECAMATAN DENDANG KABUPATEN TANJUNG JABUNG TIMUR

Marhadi[1]

Abstract

Tofu factory in the district Dendang factory on an industrial scale is generally managed the household. In one day this factory uses raw materials such as soybeans (Grylin Spp) of 50 kg and the results obtained only marketed around the District Dendang. The volume of waste generated over 2.25 to 5 m³ / day. Mr. Ahmad Yamin's tofu factory is one of the largest factories in the district Dendang, Tanjung Jabung Timur has characteristics of pH wastewater, TSS, NH3-N, BOD, COD, NO3, NO2, sequence 5, 34, 329 mg / l, 03:49 mg / l, 581 mg / l, 1228 mg / l, 1.3629 mg / l, 1.3771 mg / l. Some wastewater parameters have been tested exceed the quality standards appropriate to KEPMENLH NO 51, 1995. Generally, the wastewater can pollute the environment out either physically, chemically and biologically. It is necessary to develop wastewater treatment technologies that are simple, low cost, easy operation and has a high processing efficiency of pollutants. One alternative biofilter wastewater using anaerobic aerobic reactor is developed with the principles of microbial growth and attached to the filter media and form a layer biofilm. Data collection methods used are field surveys, documentation, literature review and alaisis laboratory to determine the characteristics of water limbah.Hasil waste discharge planning calculation for 25 (twenty five) years is 38.18 m3 / day

Key word : Liquid Waste Know, anaerobic-aerobic biofilter.

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu jenis makanan sumber protein dengan bahan dasar kacang kedelai *(Grylin Spp)* yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Sebagian besar produk tahu di Indonesia dihasilkan oleh industri skala kecil yang kebanyakan terdapat di Pulau Jawa. Industri tahu berkembang pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun, disisi lain industri ini menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses sortasi, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan. (Kaswinarni, 2007).

Limbah cair industri tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi. Dari beberapa hasil penelitian konsentrasi COD limbah cair industri tahu mencapai 7000-10000 mg/l serta mempunyai keasaman yang rendah yakni pH 4-5 (BPPT, 1997).

Limbah cair industri tahu dapat diolah dengan sistem biologis maupun kimia, karena polutan utamanya berupa bahan organik seperti karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Polutan tersebut umumnya dalam bentuk tersuspensi atau terlarut. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah cair industri tahu harus diolah terlebih dahulu untuk melindungi keselamatan masyarakat dan kualitas lingkungan. Tujuan dasar pengolahan limbah cair adalah untuk menghilangkan sebagian besar padatan tersuspensi dan bahan terlarut, dan juga untuk menyisihkan unsur hara (nutrient) berupa nitrogen dan fosfor. (Herlambang 2002)

rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah, 1). bagaimana perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pabrik tahu Kecamatan Dendang, baik metoda dan perhitungan dimensi dan 2). mendesain sistem pengolahan limbah cair industri tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur dengan metoda secara biofilter anaerob aerob.

Adapun tujuan perencanaan ini adalah 1.) untuk mengetahui konsentrasi parameter pencemar influen imbah cair industri tahu, dengan acuan KEPMEN NO.KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair industri yaitu pH, BOD, COD, TSS, Amonia, Nitrat dan Nitrit, 2). mendesain sistem pengolahan limbah cair industri tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur dengan metoda secara biofilter anaerob aerob.

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini hanya mencakup tentang aspek teknik operasional yang meliputi :

a) Wilayah perencanaan meliputi 1 lokasi pabrik tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur seluas ± 35 m^2
b) Periode desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) adalah 25 tahun.
c) Metoda Sistem pengolahan menggunakan sistem biofilter anaerob aerob.
d) Debit air limbah dihitung berdasarkan buangan air sisa dari proses produksi.

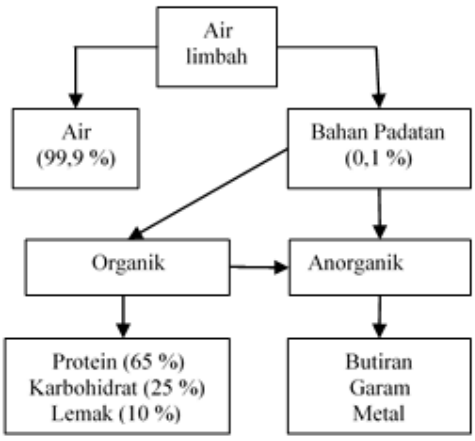
[1] Dosen Fakultas Teknik Universitas Batanghari

e) Parameter awal meliputi pH , TSS.BOD,COD, Amoniak ,Nitrat dan nitrit Sesuai Dengan KEPMEN NO.KEP-51/MENLH/10/1995 Tentang baku mutu limbah cair industri.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah cair tahu adalah limbah yang ditimbulkan dalam proses pembuatan tahu dan berbentuk cairan. Limbah cair mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut yang akan mengalami perubahan fisika, kimia dan biologis yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman tersebut dapat berupa kuman penyakit ataupun kuman yang merugikan baik pada tahu sendiri maupun tubuh manusia.

Gambar.1 Pengelompokan bahan yang terkandung didalam air limbah.



Selain itu, limbah cair yang berasal dari industri tahu merupakan masalah serius dalam pencemaran lingkungan, karena menimbulkan bau busuk dan pencemaran sumber air. Limbah cair akan mengakibatkan bau busuk dan bila dibuang kesungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut (Husin, 2008). Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi secara garis besar zat-zat yang terdapat didalam air limbah dapat dikelompokan seperti pada Gambar 1.

Menurut (Sulaksono,2005) Sumber limbah cair terbanyak pada proses pembuatan tahu dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

a) Proses pencucian kedelai *(Grylin Spp)*

Proses pencucian kedelai *(Grylin Spp)* merupakan salah satu sumber limbah cair yang dimana pada proses ini banyak sekali menggunakan air, semakin banyak kedelai *(*Grylin *Spp)* yang digunakan maka semakin banyak pula air yang digunakan.

b) Proses perendaman kedelai *(Grylin Spp)*

Proses perendaman kedelai *(Grylin Spp)* merupakan salah satu sumber limbah cair karena pada proses perendaman ini banyak sekali menggunkan air, sama halnya dengan pencucian kedelai *(Grylin Spp)* semakin banyak kedelai *(Grylin Spp)* yang digunakan maka semakin banyak air yang digunakan.

c) Proses pembuangan cairan

Proses pembuangan cairan merupakan sumber limbah cair terbanyak dari semua proses yang digunakan, pada proses pembuangan cairan ini semua sisa air yang digunkan dalam proses pembuatan tahu akan dibuang secara bersamaan.

Menurut (Herlambang,2002) dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah cair industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik. Turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Aktivitas organisme dapat memecah molekul organik yang kompleks menjadi molekul organik yang sederhana. Bahan anorganik seperti ion fosfat dan nitrat dapat dipakai sebagai makanan oleh tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme oksigen banyak dikonsumsi, sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air akan segera diganti oleh oksigen hasil proses fotosintesis dan oleh aerasi dari udara. Sebaliknya jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amoniak, karbondioksida, asam asetat, hirogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air, dan akan menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau.

Menurut (Herlambang,2002). Karakteristik buangan industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik Fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi BOD, COD, DO, pH. Suhu air limbah cair tahu berkisar 37ºC-45°C, kekeruhan 535-585 FTU, warna 2.225-2.250 Pt.Co, amonia 23,3-23,5 mg/1, BOD5 6.000-8.000 mg/1 dan COD 7.500-14.000 mg/1.

Tahapan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Dalam merencanakan suatu IPAL, maka perlu ditempuh beberapa langkah pengerjaan yang dimulai dari survei lapangan yaitu mengumpulkan beberapa informasi mengenai proses produksi atau pengolahan yang dilakukan dan kondisi eksisting, analisis karasteristik air limbah di laboratorium, analisa data dan pemilihan teknologi (proses) yang akan digunakan. Jika langkah-langkah tersebut telah ditempuh baru dilakukan desain IPAL yang direncanakan.

Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah ditentukan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Debit air limbah

Desain IPAL dipengaruhi oleh debit air limbah yang dihasilkan, karena debit digunakan sebagai penentuan volume unit-unit pengolahan air limbah. Bila debitnya besar maka volume unit pengolahannya harus dibuat besar untuk dapat menampung air limbah tersebut. Terlebih lagi apabila akan digunakan unit pengolahan yang membutuhkan waktu tinggal, maka perhitungan volume unit pengolahannya dikalikan dengan waktu tinggalnya.

2. Aliran air limbah

Aliran air limbah dapat bersifat *kontinyu* (terus-menerus) atau sesaat ditentukan oleh proses produksi yang dilakukan. Ada industri yang melakukan unit pengolahan atau beroperasi sepanjang hari dan beroperasi hanya pada waktu-waktu tertentu saja misal pagi hingga sore atau sore hingga pagi hari.

3. Parameter pencemar (karakteristik) air limbah

Jenis parameter pencemar utama dalam air limbah adalah bahan organik, bahan an-organik, minyak dan lemak, mikroorganisme, warna dan bahan padatan. Untuk masing-masing jenis parameter tersebut dapat digunakan unit pengolahan tertentu agar dapat dikurangi konsentrasinya atau tingkat bahayanya. Unit-unit pengolahan air limbah tersebut ada yang secara khusus untuk mengolah pencemar tertentu, namun ada juga yang berfungsi untuk mengolah secara bersama-sama beberapa jenis bahan pencemar.

4. Ketersediaan Lahan dan Ruang

Besarnya lahan atau ruang bagi instalasi pengolahan air limbah ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut volume limbah yang dihasilkan, kadar dan keragaman bahan pencemaran air limbah dan pilihan jenis unit pengolahan air limbah.

5. Ketersediaan Biaya

Pembangunan (konstruksi), operasional dan perawatan IPAL membutuhkan pembiayaan yang tidak murah. Terdapat bangunan atau unit pengolahan yang terbuat dari semen (bak penyaringan, bak pengendapan, biogas, bak kontrol, bak pengering lumpur, dan lain-lain),terbuat dari besi (*trickling filter*, RBC, *anaerobic digester*) dan tebuat dari plastik atau fiber (biogas). Instalasi pengolahan air limbah perlu dirawat agar beroperasi secara optimal. Banyak IPAL dari kegiatan industri yang tidak lagi beroperasi atau berfungsi optimal karena tidak menganggarkan pembiayaan perawatan IPAL. Perawatan IPAL terdiri dari pengecekan fungsi alat dan bangunan serta perbaikan alat dan bangunan.

Sistem pengolahan yang sesuai untuk limbah cair industri tahu.

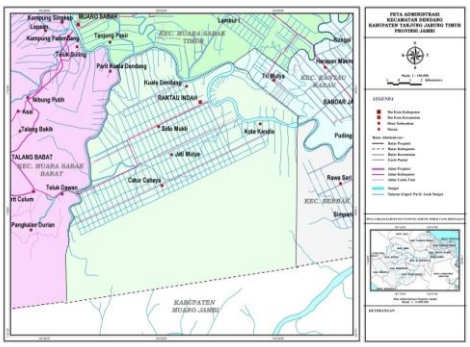
Pengolahan yang sesuai untuk merencanakan IPAL pada industri tahu Bapak Ahmad Yamin Kecamatan Dendang yaitu proses Biofilter Anaerob-Aerob, dimana proses ini memliki beberapa keunggulan antara lain:

1. Pengoperasiannya mudah
2. Lumpur yang dihasilkan sedikit
3. Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi zat organik rendah maupun tinggi
4. Tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi
5. Pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil.

METODE PERENCANAAN

Lokasi perencanaan sistem pengolahan air limbah industri tahu rumahan adalah di Kecamatan Dendang yang merupakan salah satu Kecamatan yang ada di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Secara administrasi Kecamatan Dendang dengan Ibu Kota Rantau Indah, yang terdiri dari 1 kelurahan dan 6 desa. Luas wilayahnya 47.817 Ha. dan jumlah penduduk 15,269 jiwa.

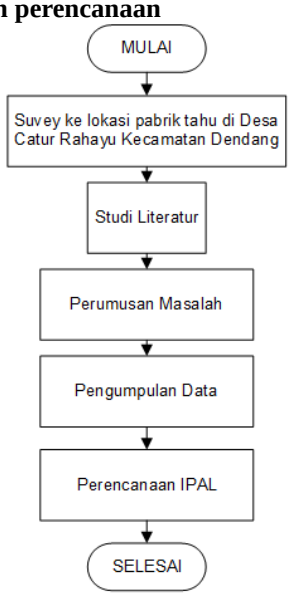
Lokasi perencanaan instalasi pengolahan air limbah tepat berada di dusun rantau indah rt/rw 03/06 Peta Kecamatan Dendang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Perencanann di Kecamatan Dendan

Periode desain Instalasi pengolahan air limbah adalah 25 tahun,yakni dari tahun 2014 s/d 2039.

Tahapan perencanaan



Gambar 3. Tahapan Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Kuantitas Limbah Cair Industri Tahu

Hasil analisis laboratoriuam lingkungan hidup daerah 2015. limbah cair pabrik tahu Bapak Ahmad Yamin Kecamatan Dendang adalah pH 5.34, TSS 329 mg/l mg/l, NH_3-N 3.487 mg/l, BOD 581 mg/l, COD 1228 mg/l, NO_3 1,3629 mg/l, NO_2 1,3771 mg/l. Berdasarkan hasil pengujian tersebut ternyata limbah cair industri tahu tidak memenuhi baku mutu limbah cair yang sesuai dengan KEPMEN LH NO 51 Tahun 1995. Hal ini yang mendukung untukilakukan perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan tujuan agar limbah cair yang dihasilkan tidak langsung dibuang ke sungai melainkan harus diolah terlebih dahulu.

Proyeksi Bahan Baku

Tabel 1 Data pertambahan bahan baku dari Tahun 2005 – 2039

Tahun	Bahan Baku	Bahan Baku			
		Aritmatika	Logaritma	Eksponensial	Geometri
2005	720	720	720	720	720
2006	730	730	730	730	730
2007	740	740	740	740	740
2008	750	750	750	750	750
2009	760	760	760	760	760
2010	770	770	770	770	770
2011	780	780	780	780	780
2012	790	790	790	790	790
2013	800	800	800	800	800
2014	810	810	810	810	810
2015	820	820	820	821	821
2016	830	830	830	832	832
2017	840	840	840	843	843
2018	850	850	850	854	854
2019	860	860	860	866	865
2020	870	870	870	877	877
2021	880	880	880	889	888
2022	890	890	890	900	900
2023	900	900	900	912	912
2024	910	910	909	924	924
2025	920	920	919	936	936
2026	930	930	929	949	948
2027	940	940	939	961	960
2028	950	950	949	974	973
2029	960	960	959	987	985
2030	970	970	969	1000	998
2031	980	980	979	1013	1011
2032	990	990	989	1026	1024
2033	1000	1000	999	1040	1038
2034	1010	1010	1009	1053	1051
2035	1020	1020	1018	1067	1065
2036	1030	1030	1028	1081	1079
2037	1040	1040	1038	1095	1093
2038	1050	1050	1048	1110	1107
2039	1060	1060	1058	1125	1121

Perhitungan Perencanaan Kapasitas IPAL Yang Direncanakan

Kapasitas IPAL : 38,16 m^3/hari
COD Air limbah maksimum : 1500 mg/l
BOD air limbah maksimum : 600 mg/l
Konsentrasi TSS : 400 mg/l
Total efisiensi pengolahan : 90%
BOD air olahan : 40 mg/l
TSS air olahan : 40 mg/l

Bar Screen

Bar screen yang akan dibuat dalam perencanaan IPAL ini merupakan tipe coarse screen yang dibuat secara manual dengan menggunakan baja tahan karat bediameter 1 cm. Saringan ini dibersihkan berkala secara manual.

a. Kriterian Desain

1. Kecepatan aliran yang masuk saringan (v) = 0,3 – 0,6 m/s
2. Jarak bukaan antar batang (B) = 25 – 75 mm: (digunakan B = 25 mm)
3. Diameter kisi (D) = 10 mm
4. Sudut kemiringan terhadap horizontal (α) = 45^0 – 60^0 ; (digunakan α = 60^0)
5. Lebar saluran (b) = 0,5 m
6. Kedalaman air pada saluran (d) = 0,3 m

b. Perhitungan

Perhitungan lebar bukaan dan jumlah batang

Banyaknya celah / bukaan antar batang :

$n_c = \frac{0{,}5-0{,}025}{(0{,}025+0{,}010)m} = 13{,}57 = 14\ celah$

jumlah batang = $n_{c-1} = 13$ batang

lebar bukaan efektif = 13 x 0,025 = 0,325 m

panjang batang bar rack yang

terendam = $\frac{d}{\sin 60} = \frac{0,3}{0,866} = 0,346\ m$

Bak Ekualisasi

a. Kriteria desain

Tabel 2 Kriteria Desain Bak Ekualisasi

Parameter	Satuan	Nilai
Kedalaman minimum	M	1,5 – 2
Ambang bebas	M	1
Laju pemompaan udara	m^3/m^3 – menit	0,01 – 0,015

Sumber : Metcalf & Eddy, 2004

b. Perhitungan

1. Perhitungan dimensi
   Q_{peak} = 38,16 x 3 = 115 m^3/jam
   Waktu pengisian bak (t_d) = 2 jam
   Volume bak maksimum = Q_{peak} x t_d = 115 m_3/jam x 2 jam = 230 m^3
   Diambil panjang bak = 8 m
   Lebar bak = 7 m
   Kedalaman bak = $\frac{V}{A\ penampang} = \frac{230\ m3}{56} = 4\ m$

   Bak equilisasi dibagi menjadi 2 kompertemen Karena debit limbah besar maka untuk tinggi jagaan diambil 0,5 m, sehingga total kedalaman bak = 4,5 m. waktu tinggal di dalam Bak (HRT) = 8-12 Jam Ditetapkan waktu tinggal = 12 jam
   Q_{max} = 38,16 x 1,2 = 45,792 m3
   Volume bak yang diperlukan = $\frac{12}{24}\ hari\ x\ 45,792\ m3/hari$ = 22,5 m^3
   Diambil : panjang bak = 3,5 m
   Lebar bak = 3,5 m
   Kedalam bak = 2,5 m
   Tinggi ruang bebas = 0,5 m
   Chek waktu tinggal
   Volume efektif actual = 1,7 m x 1,7 x 1 m = 21 m^3
   Waktu tinggal $\frac{21\ m3}{38,16\ m3}\ x\ 24\ jam/hari$ = 12 jam
2. Struktur inlet
   Struktur inlet menggunakan pipa berdiameter 4 inchi.
3. Struktur Outlet
   Struktus Outlet menggunakan pipa berdiameter 4 inchi untuk menyesuaikan dengan spesifikasi diameter hisap dan diameter outlet pompa. Pompa yang digunakna adalah jenis pompa celup (submersible pump) dengan kapasitas 30 – 60 liter per menit atau 3,5 m^3/jam digunakan untuk mentransfer air limbah dari tangki ekualisasi ke tangki prasedimentasi.
4. Laju pemompaan
   Laju pemompaan yang dibutuhkan sudah ditetapkan 0,015 m^3/hari.

Bak Sedimentasi Awal

a. Kriteria Desain

Waktu detensi = 1 – 2 jam
Overflow rate (V_0)= 30 – 50 m^3/m^2 .hari
Ditentukan 30 m^3/m^2 .hari

b. Data perencanan

Q_{maks} = 45,792 m^3/hari
Rasio panjang : lebar = 1 : 1
Konsentrasi solid = 4,5 %
Berat jenis solid = 1,03 x 10^3 kg/m^3

c. Perhitungan

Q_{maks} = 45,792 m^3/hari = 0,53/det
BOD influen = 436 mg/l
= 436 x 10^{-3} kg/m^3 x 38,16 m^3/hari
= 16,63 kg/hari
TSS influen = 329 mg/l
= 329 x 10^{-3} kg/m^3 x 38,16 m^3/hari
= 12,55 kg/hari

1. Perhitungan karakteristik lumpur bak pengendapp akhir
   Efisiensi = 30% x $BOD_{disisihkan}$
   = 30% x $TSS_{disisihkan}$
   $BOD_{removal}$ = 30% x 16,63 kg/hari
   = 4,98 kg/hari
   $TSS_{removal}$ = 30% x 12,55 kg/hari
   = 3,765 kg/hari
   Debit lumpur = $\frac{\text{TSS removal}}{konsentrasi\ solid\ x\ berat\ jenis} = \frac{3,765\ \text{kg/hari}}{4,5\%\ x\ 1,03\ x\ 1000\ kg/m3}$ = 0,000812 m^3/hari

2. Perhitungan debit BOD_5, COD dan TSS dalam efluent bak pengendap akhir
   $Q_{effluent}$ = 38,16 m^3/hari – 0,000812 m^3/hari = 38,159 m^3/hari
   BOD_5 = 4,98 kg/hari – 0,51 kg/hari
   = 4,47 kg/hari
   $= \frac{4,47\ kg/hari}{38,159\ m3/hari}\ x\ 1000\ gr/kg$
   = 117 gr/m^3
   TSS = 3,765 kg/hari – 0,957 kg/hari
   = 2,808 kg/hari
   $= \frac{2,808\ kg/hari}{84,98\ m3/hari}\ x\ 1000\ gr/kg$ = 33,04 gr/m^3
3. Perhitungan dimensi bak sedimentasi Awal Diambil Perbandingan panjang dan lebar = 1:1
   a. Menghitung luas permukaan
   $A = \frac{Q}{V\ 0} = \frac{0,44\ l/\det x\ 10-3\frac{m3}{l} x\ 86400\ det/hari}{30\frac{m3}{m2}hari}$
   = 1,26m^2
   b. Menghitung panjang, lebar dan kedalaman bak
   P = L → A = L^2
   1,26 = L^2 → L = P = $\sqrt{1,26}$

= 1,25

Kedalaman bak diambil 1 m dengan tinggi jagaan = 0,5 m

Volume bak = 1 x 1 x 1 m = 1 m^3

c. Memeriksa *overflow rate overflow rate* pada Q_{desain}

$= \frac{38{,}16\ x\ 10{-}4\ m3/\det x\ 86400\ det/hari}{(1{,}12\ x\ 1{,}12)m2}$

= 329,70 m^3/m^2 . hari

overflow rate pada Q_{peak}

$= \frac{114{,}48\ x\ 10{-}3\ m3/\det x\ 86400\ det/hari}{(1{,}12\ x\ 1{,}12)m2}$

= 9891 m^3 /m^2 hari

d. Menghitung waktu detensi

Waktu detensi saat Qrata-rata

td = $\frac{V\ bak}{Q} = \frac{1\ m3}{38{,}16\ m3/jam} =$ 0,03 jam

waktu detensi saat Qpeak

td = $\frac{V\ bak}{Q} = \frac{1{,}25\ m3}{114{,}48\ \frac{m3}{jam}} = 0{,}10\ jam$

4. Perhitungan ruang lumpur

Volume lumpur dalam 1 hari = 0,000812 m^3/hari x 1 hari = 0,000812 m^3

Dimensi alas ruang lumpur ditetapkan :

P = 0,2 L = 0,2

Luas alas ruang lumpur = 0,2 x 0,2 = 0,04 m^3 Asumsi ruang lumpur terisi penuh selama ± 7 hari, maka

Kedalaman ruang lumpur

$= \frac{V\ lumpur}{A} = \frac{0{,}000812\ \frac{m3}{hari} x\ 7\ hari}{1} =$ 0,05 m

5. Struktur outlet

Ditetapkan lebar pelimpah (weir) =10 cm

Panjang pelimpah (weir) = 100 cmx 4 = 400 cm

Disediakan kedalaman v notch 2 cm dengan jarak 10 cm dari pusa ke pusat

Jumlah notch

$= \frac{100}{10}\ x\ 4 = 40\ notch$

Biofilter Anaerob

a. Kriteria desain

1. Kapasitas rencana : 36,16 m^3/hari
2. BOD in : 436 mg/l
3. Efisiensi Pengolahan : 70 %
4. BOD Out : 130 mg/l
5. Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar, beban BOD per volume media = 0,4 – 4,7 kg BOD/m^3. Hari

Ditetapkan beban pengolahan BOD yang digunakan = 1,0 kg BOD/m^3.hari

b. Perhitungan

1. Beban BOD di dalam air limbah = 38,16 m^3/hari x 100 g/m^3 = 3816 g/hari = 3,816 kg/hari
2. Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,7 x 3,816 kg/hari = 3,6 kg/hari
3. Beban BOD / volume media yang digunakan = 1,0 kg/m^3 . hari
4. Volume media yang diperlukan = $\frac{3{,}816\ kg/hari}{1{,}0\frac{kg}{m3}.hari} = 3{,}816$ m^3
5. Volume media = 70% dari total volume reactor, maka volume reactor biofilter anaerob yang diperlukan = $\frac{10}{7}$ x 3,816 m^3 = 5,45 m^3
6. Waktu tinggal yang dibutuhkan = $\frac{5{,}45\ m3}{38{,}16\ m3/hari}\ x\ 24\ jam/hari$ = 3,4 jam
7. Dimensi reactor Biofilter Anaerob

Lebar : 2 m

Panjang : 2,5 m

Kedalaman : 3 m

Tinggi ruang bebas

$= \frac{V\ reaktor - V\ dibutuhkan}{A}$

$= \frac{(2\ x\ 2{,}5\ x\ 3)m3 - 5{,}45}{(2\ x\ 2{,}5)} =$ 2 m

Kedalam air efektif = 2,8 m

Jumlah ruang = 1

8. Cek

Waktu tinggal rata-rata

$= \frac{(2\ x\ 2{,}5\ x\ 2{,}809)m3}{38{,}16\ m3/hari}$ x 24 jam

= 8,8 jam

Tinggi ruang lumpur = 0,3 m

Tinggi bed media pembiakan mikroba = $\frac{V\ media}{A\ efektif} = \frac{3{,}816\ m3}{(2\ x\ 2{,}5)m2}$

= 0,7 m

Tinggi air di atas bed media maksimum = 0,25 m

Volume media pada biofilter anaerob= 3,816 m3

Beban BOD per volume media

= $\frac{beban\ BOD}{A} = \frac{3{,}816\ kg\ BOD/hari}{3{,}816\ m3}$ = 1 kg BOD/m^3 . hari

c. Perhitungan desain saat terjadi *shock loading*

Pada perencanaan desain suatu instalasi pengolahan sebaiknya juga diperhatikan antisipasi terjadinya penambahan beban yang tidak terduga dikemudian hari *(shock loading)*, sehingga desain yang telah dibuat dapat menunjang kelebihan beban yang ada.

Pada saat BOD_5 = 872 mg/l

Efisiensi pengolahan = 60%

BOD Keluar = 80 mg/l

1. Beban BOD di dalam air limbah = 38,16 m^3/hari x 872 g/m^3 = 33275 g/hari = 33,275 kg/hari
2. Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,6 x 33,275 kg/hari = 20,025 kg/hari
3. Cek:

Waktu tinggal rata-rata= $\frac{(2\ x\ 2{,}5\ x\ 2{,}809\ )m3}{38{,}16\ m3/hari}\ x\ 24\ j$= 8,8 jam

Tinggi ruang lumpur= 0,3 m

Tinggi bed media pembiakan mikroba
= 6,6 kg BOD/m^3 .hari

Biofilter Aerob

a. Kriteria Desain

1. Kapasitas rencana = 38,16 m^3/hari
2. BOD masuk = 130 mg/l
3. Efisiensi pengolahan = 80%
4. BOD keluar = 26 mg/l
5. Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar, beban BOD per volume media = 0,4 – 4,7 kg BOG/m^3 . hari Ditetapkan beban pegolahan BOD yang digunakan = 1,0 kg BOD/m^3 .hari

b. Perhitungan desain

1. Beban BOD di dalam air limbah = 38,16 m^3/hari x 130 g/m^3 = 4960 g/hari = 4,96 kg/hari
2. Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,8 x 4,96 kg/hari = 3,968 kg/hari
3. Beban BOD per volume media yang digunakan = 1,0 kg BOD/ m^3 .hari
4. Volume media yang diperlukan = $\frac{4{,}96\ kg/hari}{1{,}0\frac{kg}{m3}.hari} = 4{,}96\ m^3$
5. Volume media = 80% dari total volume reactor, maka volume reactor biofilter anaerob yang diperlukan = $\frac{10}{8}$ x 4,96 m^3 = 6,2 m^3
6. Waktu tinggal yang dibutuhkan
= $\frac{6{,}2\ m3}{38{,}16\ m3/hari}\ x\ 24\ jam/hari$ = 3,8 jam
7. Dimensi reactor Biofilter Aerob
Lebar : 1,5 m Panjang : 2 m
Kedalaman : 2,3 m
Tinggi ruang bebas
= $\frac{V\ reaktor - V\ dibutuhkan}{A}$
= $\frac{(1{,}5\ x\ 2\ x\ 2{,}3)m3 - 6{,}2}{(1{,}5\ x\ 2)}$ = 0, 23 m
Kedalam air efektif = 2 m
8. Cek
Waktu tinggal rata-rata
= $\frac{(1{,}5\ x\ 2\ x\ 2)m3}{38{,}16\ m3/hari}$ x 24 jam = 3, 7 jam
Tinggi ruang lumpur = 0,3 m
Tinggi bed media pembiakan mikroba = $\frac{V\ media}{A\ efektif} = \frac{6{,}2\ m3}{(1{,}5\ x\ 2)m2}$ = 2m
Tinggi air di atas bed media maksimum = 0,3 m
Volume media pada biofilter anaerob
= 6,2 m^3
9. Kebutuhan Oksigen

Kebutuhan oksigen di dalam reactor biofilter aerob sebanding dengan jumlah oksigen yang dihilangkan. Sehingga kebutuhan teoritis = jumlah BOD yang dihilangkan = 3,968 kg/hari

a. Faktor keamanan ditetapka ± 1,4
b. Kebutuhan oksigen teoritis = 1,4 x 3,968 kg/hari = 5,5 kg/hari
c. Temperature udara = 28 ^{0}C
d. Berat udara pada 28 ^{0}C = 1,1725 kg/m^3
e. Diasumsikan jumlah oksigen didalam udara 23,2%
f. Jumlah kebutuhan udara teoritis = $\frac{5{,}5\ kg/hari}{1{,}1725\frac{kg}{m3}x\ 0{,}232\ g\frac{O2}{g}udara}$ = 20,21 m^3/hari
g. Efisiensi diffuser = 2,5 %
h. Kebutuhan udara actual = $\frac{20{,}21\ m3/hari}{0{,}025}$ = 808 m^3/hari = 0,5613 m^3/menit

10. Cek:

a. Ratio volume udaravolume air limbah= $\frac{0{,}5613\ m3/menit}{0{,}0264\ m3/menit}$ = 21,26
b. Blower udara yang diperlukan :
Jika efisiensi blower dianggap 60%, maka diperlukan blower dengan spesifikasi sebagai berikut
Kapasitas = 0,2431 m^3/menit
Total Head = 2 m
Jumlah = 2 unit
c. Diffuser
Total transfer udara = 0,2431 m^3/hari

Tipe diffuser yang digunakan = diffuser gelembung kasar

d. Perhitungan desain saat terjadi *shock loading*

Pada saat BOD_5 = 260 mg/l
Efisiensi pengolahan = 50%
BOD Keluar = 40 mg/l

1. Beban BOD di dalam air limbah = 38,16 m^3/hari x 260 g/m^3 = 9921 g/hari = 9,921 kg/hari
2. Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,5 x 9,921 kg/hari = 4,9605 kg/hari
3. Cek:
Waktu tinggal rata-rata
= $\frac{(1{,}5\ x\ 2\ x\ 2{,}07)m3}{38{,}16\ m3/hari}\ x\ 24\ jam$ =3,9 jam
Tinggi ruang lumpur = 0,2 m

Tinggi bed media pembiakan mikroba
= $\frac{V\ media}{A\ efektif} = \frac{4{,}96\ m3}{(1{,}5\ x\ 2)m2}$
= 6,6 kg BOD/m^3

Bak Pengendapan Akhir

a. Kriteria Desain

Waktu detensi =1–2)
Overflow rate (V_0)= 30 – 50 m^3/m^2 .
Ditentukan 30 m^3/m^2 .hari

b. Data perencanan

Q_{maks} = 45,792 m^3/hari
Rasio panjang : lebar = 1 : 1
Konsentrasi solid = 4,5 %
Berat jenis solid = 1,03 x 10^3 kg/m^3

c. Perhitungan

Menghitung influen bak pengendap akhir
Q_{maks} = 45,792 m^3/hari = 0,53/det
BOD influen = 26 mg/l = 26 x 10^{-3} kg/m^3 x 38,16 m^3/hari = 0,99 kg/hari

TSS influen = 329 mg/ln = 329 x 10^{-3} kg/m^3 x 38,16 m^3/hari = 12,55 kg/hari

Perhitungan karakteristik lumpur bak pengendapp akhir

Efisiensi= 30% x $BOD_{disisihkan}$ = 30% x $TSS_{disisihkan}$

$BOD_{removal}$= 30% x 0,99 kg/hari = 0,297 kg/hari

$TSS_{removal}$= 30% x 12,55 kg/hari = 3,765 kg/hari

Debit lumpur = $\frac{\text{TSS removal}}{konsentrasi\ solid\ x\ berat\ jenis}$

= $\frac{3{,}765\ \text{kg/hari}}{4{,}5\%\ x\ 1{,}03\ x\ 1000\ kg/m3}$ = 0,000812 m^3/hari

d. Perhitungan debit BOD5, COD dan TSS dalam effluent bak pengendap akhir

$Q_{effluent}$ = 38,16 m^3/hari – 0,000812 m^3/hari = 0,030 m^3/hari

BOD_5 = 0,297 kg/hari – 0,51 kg/hari = -0,213 kg/hari

= $\frac{-\ 0{,}213\ kg/hari}{0{,}030\ m3/hari}\ x\ 1000\ gr/kg$

= -7100 gr/m^3

TSS = 3,765 kg/hari – 0,957 kg/hari = 2,808 kg/hari

= $\frac{2{,}808\ kg/hari}{84{,}98\ m3/hari}\ x\ 1000\ gr/kg$ = 33,04 gr/m^3

Perhitungan dimensi bak sedimentasi

DiambilPerbandingan panjang dan lebar = 1:1

e. Menghitung luas permukaan

A= $\frac{Q}{V\ 0}$ = $\frac{0{,}44\ l/\det x\ 10{-}3\frac{\text{m3}}{\text{l}} x\ 86400\ det/hari}{30\frac{m3}{m2}hari}$

= 1,26 m^2

f. Menghitung panjang, lebar dan kedalaman bak

P = L A = L^2 1,26 = L^2

L = P = $\sqrt{1{,}26}$ = 1,25

Kedalaman bak diambil 1 m

Dengan tinggi jagaan = 0,5 m

Volume bak = 1 x 1 x 1 m = 1,25 m^3

g.* Memeriksa *overflow rate

overflow rate pada Q_{desain}

= $\frac{38{,}16\ x\ 10{-}4\ m3/\det x\ 86400\ det/hari}{(1\ x\ 1)m2}$

= 329,70 m^3/m^2 . hari

overflow rate pada Q_{peak}

= $\frac{114{,}48\ x\ 10{-}3\ m3/\det x\ 86400\ det/hari}{(1\ x\ 1\ )m2}$

= 9891 m^3 /m^2 .hari

h. Menghitung waktu detensi

Waktu detensi saat $Q_{rata\text{-}rata}$

t_d = $\frac{V\ bak}{Q}$ = $\frac{1{,}25\ m3}{38{,}16\ m3/jam}$ = 0,03 jam

waktu detensi saat Q_{peak}

t_d= $\frac{V\ bak}{Q}$ = $\frac{1\ m3}{114{,}48\ m3/jam}$ = 0,010 jam

Perhitungan ruang lumpur

Volume lumpur dalam 1 hari

= 0,000812 m^3/hari x 1 hari

= 0,000812 m^3

Dimensi alas ruang lumpur ditetapkan : P = 0,2 m dan L = 0,2 m

Luas alas ruang lumpur = 0,04 m^2

Asumsi ruang lumpur terisi penuh selama ± 7 hari, maka

Kedalaman ruang lumpur = $\frac{V\ lumpur}{A}$ = $\frac{0{,}000812\ \frac{m3}{hari} x\ 7\ hari}{0{,}04}$

= 0,14 m

6. Struktur outlet

Ditetapkan lebar pelimpah (weir) = 10 cm

Panjang pelimpah (weir)

= 100 cmx 4 = 400 cm

Disediakan kedalaman v notch 2 cm dengan jarak 10 cm dari pusa ke pusat

Jumlah notch

= $\frac{100}{10}\ x\ 4 = 40\ notch$

Desinfeksi

a. Kriteria desain

1. pH optimum = 6 – 7
2. aliran merata
3. dosis desinfeksi yang diberikan = 2 – 8 mg/l
4. waktu kontak 15 – 45 menit
5. kadar klor dalam kaporit 70%
6. Berat jenis kaporit (ρ) = 0,8 – 0,88 kg/l

b. Perhitungan

1. Menghitung influen bak pengendap akhir

Debit dari secondary clarifier, Q = 38,16 m^3/hari = 1,59 m^3/jam

Dosis yang diberikan = 2 mg/l

Kebutuhan klor = debit x dosis klor

= 38,16 m^3/hari x 0,002 kg/m^3

= 0,07 kg/hari

2. Kebutuhan kaporit dalam larutan = $\frac{berat\ klor}{kadar\ klor}$ = $\frac{0{,}07\ kg/hari}{0{,}7}$=0,1 kg/hari
3. Dimensi bak kontak pada Q_{peak}

a. Memilih susunan ruang dan dimensi

Ruang kontak klorinasi dibuat memiliki tiga peraturan keliling susunan baffle dengan dimensi dan pengaturannya, seperti berikut;

Vbak = Q x t = 1,59 m3/jam x 0,5 jam = 0,795 m3

Ditetapkan Panjang putaran keliling ruang kontak = 3 m

Lebar = 0,3 m

Total kedalaman = 2 m

Tinggi jagaan = 0,2 m

b. Menghitung ruang kontak pada Q_{peak}

Waktu kontak pada Q_{peak} (t)

=$\frac{V\ bak\ klorinasi}{Q\ peak}$ = $\frac{(3\ x\ 0{,}3\ x\ 2)m3}{1{,}59\ m3/jam}$ =1,13 jam

SIMPULAN

1. Debit air limbah pabrik tahu Bapak Ahmad Yamin Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur adalah 38,16 m^3/hari

2. Efisiensi penurunan parameter kualitas limbah cair dari perencanaan instalasi air limbah diturunkan menjadi BOD 581 mg/l menjadi 26 mg/l.
3. Ditinjau dari lokasi bahwa pabrik tahu (*Home industri*) untuk proses pengolahan limbah cair dapat menggunakan proses biofilter aneaerob aerob.
4. Dimensi IPAL Biofilter pabrik tahu yang direncanakan Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur adalah sebagai berikut.

Tabel 3.Dimensi IPAL Biofilter

UNIT	DIMENSI				
	P(M)	L(M)	D(M)	Tb(M)	Td(Jam)
Bak Equilisasi	3,5	3,5	2,5	0,5	12
Bak Sedimentasi awal	1	1	1	0,5	0,10
Bak biofilter Anaerob	2,5	2	3	2	8,8
Bak biofilter Aerob	2	1,5	2,3	0,23	3,7
Bak penegndapan akhir	1	1	1	0,5	0,03
Bak Desinfeksi	3	0,3	2	0,2	1,13

Saran

1. Penentuan Debit Limbah cair untuk penelitian kedepan disarankan melalui pengukuran debit limbah harian sehingga didapat fluktuatif debit limbah dan debit limbah terhadap jam puncak.
2. Perencanaan instalasi air limbah (IPAL) untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan

DAFTAR PUSTAKA

Arina Priyanka. 2012. Perancangan Instalasi Air Limbah Menggunakan Proses Biofilter Anaerob Aerob. *Skripsi*, Jakaerta *Universitas Indonesia.*

BPPT. 1997. *Pedoman Teknis Pengolahan Limbah cair industri Kecil.* Jakarta

Husin Amir.2008. *Pengolahan Limbah cair industri tahu dengan biofiltrasi Anaerob – aerob dalam reaktor fixed- bed.* : Tesis, Medan: Universitas Sumatra Utara

Kaswinarni, Fibria.2007. *Kajian Teknis pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu.*: Tesis, Semarang : Universitas diponegoro.

Kepmen LH NO 51 TAHUN 1995 *Tentang baku mutu limbah cair industri tahu.*

Metcalf & Eddy.2004 Wastewater Engineering Treatmen Reuse, Fourth Edition, McGrow Hill Inc New York

Said Idaman. N dan Wahyono Dwi Heru.1999 *Teknologi Pengolahan air limbah tahu tempe dengan proses biofilter anaerob-aerob.*Jurnal *:BPPT*

Sulaksono. 2005. *Perencanaan Bangunan Air Buangan Limbah Cair industri Tahu Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Tanjung Jabung Barat*. Jambi: Universitas Batanghari Jambi.

Kementrian Lingkungan Hidup.1995.KEPMEN LH NO 51 Tahun 1995 Tentang baku mutu limbah cair industri tahu.Jakarta