



Alternatif Pra Rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Industri Rumah Potong Hewan (Studi kasus rumah potong hewan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta)

***Sri Hastutiningrum, Hadi Prasetyo Suseno, Anggita Ratnasari**

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

*E-mail: hastuti19@yahoo.com

Abstarct

The waste water treatment at slaughterhouse is very important as the effort for reducing the concentration of the waste water pollutant to the environment. The purpose of this study is to determine the system and design to calculate the dimension of the waste water treatment plant (WWTP) in Giwangan slaughterhouse as a case study and to calculate its construction cost. The waste water treatment plant in Giwangan slaughterhouse use a biological treatment without standard operation. In the first stage, the research was conducted by calculating the water discharge and was tested the wastewater parameters (such as BOD, COD, TSS, N-Ammonia, Lipid and pH). After the data were collected, the system was determined. Then in the last stage, dimension and construction cost are calculated. The alternatives of pre redesign for Giwangan slaughterhouse WWTP system consist of bar screen, imhoff tank, preliminary sedimentation unit, anaerobic biofilter reactor, aerobic biofilter reactor, secondary sedimentation unit, bioindicator unit and sludge drying bed unit. The dimensions of these unit are imhoff tank (length = 4.6 m, width = 2.5 m, high = 4.0 m), preliminary sedimentation unit (length = 1.5 m, width = 1.3 m, high = 2.0 m), anaerobic biofilter reactor (length = 3.7; width = 2.0 m, high = 2.5 m), aerobic biofilter reactor (length = 2.0 m, width = 1.9 m, high = 2.5 m), secondary sedimentation unit (length = 1.0 m, width = 1.3 m, high = 1.0 m), bioindicator unit (length = 2.0 m, width = 1.5 m, high = 1.0 m) and 3 unit of sludge drying bed unit (length = 1.0 m, width = 1.0 m, high = 1.0 m). The total budget required for construction was Rp 717.129.718,10.

Keywords : pre design, WWTP, slaughterhouse, imhoff tank, anaerobic-aerobic biofilter

Pendahuluan

Industri Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan salah satu industri pangan yang ada di setiap daerah. Permintaan daging sebagai salah satu sumber protein hewani bagi semua kalangan semakin hari semakin meningkat. Hal ini menyebabkan semakin meningkatnya pula industri RPH bermunculan di berbagai daerah. Sebagai akibatnya semakin banyak limbah dari kegiatan industri tersebut yang dihasilkan dan dilepaskan ke lingkungan.

Limbah RPH yang berupa feses, urin, isi rumen atau isi lambung, darah, daging atau lemak dan air cucuannya dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Selain itu, limbah bercampur air ini selanjutnya dapat melalui proses pembusukan yang menimbulkan bau yang tidak sedap. Selain menimbulkan gas berbau busuk, penggunaan oksigen terlarut yang berlebihan oleh mikroba dapat mengakibatkan kekurangan oksigen bagi biota air yang ditandai dengan meningkatnya BOD (Roniadi dkk, 2013).

Berbagai dampak baik secara langsung maupun tidak dapat ditimbulkan dari limbah cair RPH, maka dari itu diperlukan teknologi dalam pengolahannya. Pengolahan terhadap air buangan sangat penting dilakukan sebagai usaha untuk mengurangi konsentrasi polutan air buangan ke badan air.

Tinjauan pustaka

Berdasarkan karakteristiknya, limbah cair dari kegiatan RPH mengandung bahan organik. Industri pengolahan daging berpotensi untuk menghasilkan limbah padat dan air limbah dalam jumlah besar dengan kandungan BOD dapat mencapai 600 mg/L. Sementara pada proses pemotongan hewan BOD dapat mencapai 400-3.000 mg/L dan *suspended solid* (SS) mencapai 400-3.000 mg/L pula.

Selain itu pada kegiatan ini juga dihasilkan bau yang menyengat. Limbah cair rumah potong hewan dihasilkan dari kegiatan pengkandangan dan pemotongan ternak. Dari pengkandangan ternak limbah cair dihasilkan dari kegiatan





pencucian/ sanitasi kandang, urin ternak dan air atau limbah cair yang terkontaminasi limbah padat (sisa pakan dan kotoran ternak) (Anonim 2, 2009).

Selain itu terdapat ketentuan lain mengenai jumlah maksimal limbah cair yang dihasilkan oleh suatu rumah potong hewan menurut Permen LH No 5 Tahun 2014 dan Perda DIY No 7 Tahun 2016. Berikut peraturan tersebut:

- a) Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: $1,5 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$
- b) Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: $0,15 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$
- c) Volume air limbah paling tinggi untuk babi: $0,65 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$

Berdasarkan studi evaluasi yang telah dilakukan Roniadi dkk (2013) pada RPH kota Medan, sistem pengolahan sederhana yang dapat diterapkan untuk pengolahan limbah cair RPH yaitu dengan sistem kolam yang terdiri dari 2 kolam pengendap limbah padat, kolam pengendap limbah cair serta kolam oksidasi sebelum akhirnya dibuang menuju parit pembuangan. Namun pada sistem pengolahan ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu tinggal yang tergolong lama pada setiap unit kolamnya.

Menurut Anonim 1 (2012), pengolahan limbah cair dengan kandungan BOD, TSS dan lumpur organik yang tinggi dapat dilakukan dengan sistem yang terdiri dari unit pengumpul, tangki imhoff, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi dan unit pengering lumpur.

Metodologi

Pada kegiatan pra rancangan ini, metode yang dilakukan diantaranya pengumpulan data, penentuan sistem pengolahan limbah cair, perhitungan dimensi IPAL, pembuatan desain konstruksi serta perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Pengumpulan data yang dimaksud yaitu data-data berupa data sumber limbah cair, karakteristik limbah cair dan debit limbah cair, kondisi dan luas lahan.

Data karakteristik limbah cair yang diperlukan dalam melakukan kegiatan pra rancangan adalah karakteristik limbah cair sebelum pengolahan pada Rumah Potong Hewan (RPH). Limbah cair yang diuji adalah limbah cair yang hanya berasal dari kegiatan pemotongan hewan dan pencucian kandang. Limbah cair domestik lain tidak termasuk di dalamnya. Air hasil pengolahan oleh IPAL yang telah ada di RPH tersebut juga akan dilakukan pengujian karakteristik, namun nantinya hanya digunakan sebagai data pendukung.

Perhitungan debit limbah untuk keperluan pra rancangan IPAL menggunakan ketentuan debit atau volume air limbah paling tinggi bagi usaha dan/atau kegiatan rumah pemotongan hewan menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Berdasarkan peraturan tersebut volume air limbah paling tinggi bagi kegiatan pemotongan sapi yaitu $1,5 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$ serta $0,15 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$ untuk kambing dan domba.

Jumlah pemotongan sapi serta kambing dan domba pada pra rancangan ini mengambil data kegiatan pemotongan RPH Giwangan pada bulan April - Juni 2016. Data tersebut kemudian diolah untuk diketahui rata-rata jumlah pemotongan per hari serta dengan mempertimbangkan fluktuasi jumlah pemotongan pada periode tersebut.

Penentuan lahan yang akan digunakan dalam pra rancangan IPAL RPH ditentukan berdasarkan adanya lahan tersedia, luas lahan, keadaan fisik lahan, jarak lahan dari sumber timbulan limbah serta jarak lahan dengan badan air penerima air hasil olahan IPAL (outlet). Data-data yang berkaitan dengan lahan tersedia tersebut nantinya akan disesuaikan satu sama lain untuk kemudian juga digunakan sebagai data pendukung dalam penentuan dimensi IPAL.

Sistem pengolahan pada pra rancangan IPAL ditentukan berdasarkan pada karakteristik limbah yang ada. Data penentuannya didasarkan pada hasil uji karakteristik fisik dan kimia oleh uji laboratorium serta data pengamatan di lapangan.

Setelah sistem pengolahan yang akan diterapkan pada pra rancangan IPAL ditentukan maka langkah selanjutnya adalah penentuan dimensi yang diperlukan. Penentuan dimensi ini dilakukan dengan perhitungan berdasarkan data beban limbah yang dihasilkan dari kegiatan RPH. Berdasarkan sumber limbah serta data penelitian sebelumnya diketahui bahwa limbah cair RPH merupakan limbah organik, maka data yang dibutuhkan terutama adalah besaran beban BOD dan TSS serta data fisik di lapangan berupa banyak padatan yang tidak terlarut pada limbah cair.

Dimensi yang telah ditentukan berdasarkan perhitungan kemudian dibuat desain konstruksinya dengan menggunakan *software* konstruksi bangunan. Dalam pra rancangan ini *software* yang digunakan adalah SketchUp. Pembuatan desain konstruksi ini selain dilakukan untuk penggambaran 3 dimensi IPAL juga diperlukan untuk penyesuaian tata letak dan dimensi berdasarkan perhitungan dengan lahan tersedia secara nyata.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan untuk mengetahui banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tertentu. Selain itu perhitungan ini dilakukan supaya bangunan yang akan didirikan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta



dapat berfungsi sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan dan sebagai alat pengontrol pelaksanaan pekerjaan. Secara umum komponen biaya yang tercantum dalam estimasi biaya konstruksi meliputi:

1. Estimasi biaya langsung (material, tenaga kerja dan peralatan).
2. Estimasi biaya tak langsung.
3. Biaya tak terduga.
4. Keuntungan (profit).

Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan estimasi biaya penawaran konstruksi adalah menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks atau koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah kerja.

Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap air hasil pengolahan IPAL yaitu pada bak bioindikator, didapatkan bahwa pada karakteristik air terolah masih berada di atas baku mutu yaitu sebesar 685 mg/L untuk parameter BOD sebelum diolah (*inlet*) dan 440,0 mg/L untuk parameter BOD setelah diolah (*outlet*).

Data hasil uji karakteristik limbah cair sebelum pengolahan pada kegiatan Rumah Potong Hewan (RPH) disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair RPH Giwangan

No	Parameter	Konsentrasi
1	BOD (mg/L)	685,0
2	COD (mg/L)	12236,0
3	TSS(mg/L)	222,0
4	Minyak dan Lemak (mg/L)	5,8
5	NH ₃ -N (mg/L)	245,8
6	pH	6,7

Sumber: Surat Tanda Uji (STU) Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi BBKKP Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2016.

Perhitungan debit limbah untuk keperluan pra rancangan IPAL menggunakan ketentuan debit atau volume air limbah paling tinggi bagi usaha dan/atau kegiatan rumah pemotongan hewan menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Perhitungan debit yang dilakukan mengambil data tertinggi jumlah pemotongan selama periode April-Juni 2016 untuk mengantisipasi terjadinya kelebihan muatan pada alternatif pra rancangan IPAL yang dapat diterapkan nantinya. Selain itu, cara lain yang dilakukan untuk mengantisipasi hal tersebut adalah dengan menerapkan *over design* terhadap kapasitasnya yaitu sebesar 20%. Perhitungan debit limbah total yang sebenarnya sebesar 38,4 m³/hari atau 1,6 m³/jam kemudian menjadi 46,08 m³/hari atau 1,92 m³/jam.

Lokasi lahan untuk IPAL RPH Giwangan memiliki 2 lokasi yang berdekatan dengan ukuran efektif masing-masing lahan kurang lebih 8 m x 3,5 m dan 22 m x 15 m. Masing-masing lokasi ini dipisahkan oleh area parkir mobil pendistribusi daging hasil pemotongan RPH.

Pada RPH ini jenis hewan sapi dikelompokkan secara terpisah dengan kambing dan domba. Sementara dalam pra rancangan, limbah yang berasal dari kegiatan pemotongan sapi serta pemotongan kambing dan domba akan dialirkan pada muara saluran yang sama untuk kemudian dilakukan *pretreatment* terlebih dahulu menggunakan *bar screen* dan tangki imhoff.

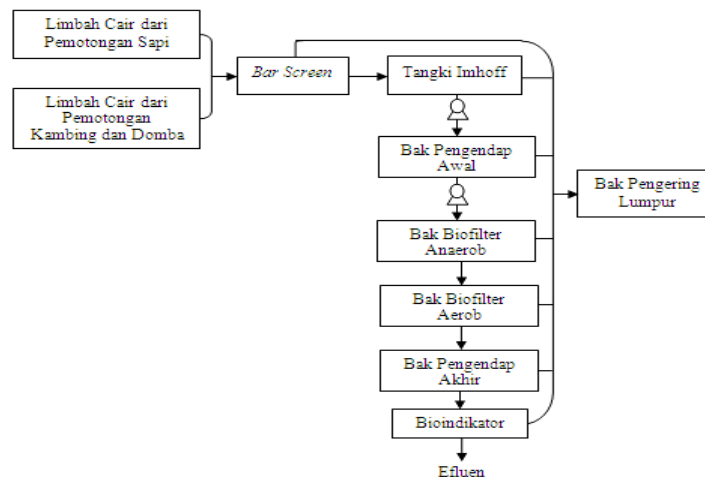
Limbah cair dialirkan melalui *bar screen* dan tangki imhoff agar terjadi proses pemisahan cairan dari padatan pencemarnya. Padatan dalam aliran limbah cair ini terutama berasal dari kotoran hewan ternak yang ikut terbawa akibat dari proses pembersihan kandang isolasi serta pembersihan isi perut. Unit *bar screen* berfungsi untuk memisahkan limbah cair dari benda-benda yang relatif besar yang ikut masuk ke aliran limbah cair agar tidak terjadi penyumbatan pada saluran selanjutnya. Sementara tangki imhoff berfungsi untuk mengurangi padatan, terutama dalam hal ini berupa lumpur kotoran dan isi perut hewan ternak dengan cara sedimentasi dan flotasi secara alami.

Setelah melalui proses *pretreatment*, limpasan air dari unit tangki imhoff akan memasuki unit sedimentasi awal. Tipe unit sedimentasi awal yang digunakan yaitu tipe bak sedimentasi dengan aliran ke atas.

Pada bak pengendap awal, limbah cair yang telah melalui waktu tinggal kemudian dipompa menuju reaktor biofilter anaerob yang berisi media khusus dari bahan plastik. Di dalam reaktor ini zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair akan diuraikan oleh bakteri anaerobik ataupun aerobik fakultatif. Proses anaerobik ini akan menghasilkan gas karbondioksida dan metan. Selanjutnya air limpasan pada proses ini akan disalurkan menuju reaktor biofilter aerob. Pada reaktor biofilter aerob juga berisi media khusus seperti pada reaktor biofilter anaerobik. Namun pada reaktor ini dilakukan aerasi untuk melakukan penambahan udara. Baik pada reaktor biofilter anaerob maupun aerob akan dilakukan penambahan *starter* bakteri dengan pengulangan waktu tertentu untuk membantu menumbuhkan lapisan biofilm pada media filter yang ada dalam reaktor tersebut.

Dari reaktor biofilter aerob, air limbah akan dipompa menuju bak pengendap akhir untuk memisahkan padatan dalam air limbah hasil proses sebelumnya. Air limbah kemudian akan kembali dialirkan menuju bak bioindikator yang berisi ikan dari jenis ikan mas. Air limpasan dari proses pengolahan tersebut setelah beberapa waktu berada pada bak bioindikator nantinya akan disalurkan menuju sungai yang ada di dekat kompleks bangunan RPH Giwangan. Saluran efluen menuju sungai akan dilengkapi dengan flowmeter untuk mengetahui laju alir efluen yang terjadi.

Diagram alir sistem pengolahan pada IPAL menggunakan kombinasi proses anaerob dan aerob disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem Pengolahan

Pra rancangan *bar screen* dilakukan dengan menghitung spesifikasi *bar screen* menggunakan penerapan persamaan *orifice*.



Tabel 2. Rekapitulasi Spesifikasi *bar screen*

No	Dimensi	Besaran
1	Jumlah	1 unit
2	Kedalaman saluran (Y)	1,000 m
3	Lebar saluran (l)	0,600 m
4	Panjang saluran (p)	1,000 m
5	Lebar kisi (w)	0,015 m
6	Tebal kisi (t)	0,035 m
7	Jarak antar kisi (b)	0,030 m
8	Sudut peletakkan kisi (Error! Reference source not found.)	60°
9	Kecepatan aliran sebelum melewati kisi (V_1)	0,5 m/s
10	Jumlah batang <i>bar screen</i>	13 batang
11	Jumlah bukaan total	14 buah
12	Panjang batang terendam	1,154 m
13	Luas total bukaan	0,485 m ²
14	Kecepatan aliran melalui kisi (V_2)	0,4124 m/s
15	<i>Headloss</i> melalui kisi	0,005 m



Tabel 3. Rekapitulasi biofilter anaerob

No	Parameter	Keterangan
1	Jumlah unit	1 unit
2	Panjang bak	3,7 m
3	Lebar bak	2 m
4	Kedalaman air efektif	2,5 m
5	Volume media	60%
6	Tinggi media pembiakan mikroba	1,5 m
7	Tinggi air di atas media	0,25 m
8	Tinggi ruang lumpur	0,3 m
9	Dalam bak total	3,3 m
10	Volume ruang pengendapan lumpur	1,23 m ³
11	Volume bak efektif	19,73 m ³
12	Volume total bak	23,43 m ³
13	Volume reaktor efektif	19,71 m ³
14	Waktu tinggal	10,28 jam
15	BOD loading	2,2391 kgBOD/m ² .hari
16	Efisiensi penyisihan BOD	66,7%
17	BOD masuk	359,625 mg/L
18	BOD keluar	119,76 mg/L
19	Efisiensi penyisihan TSS	50%
20	TSS masuk	111 mg/L
21	TSS keluar	55,5 mg/L
22	Jenis media	Media sarang tawon

Tabel 4. Rekapitulasi biofilter aerob

No	Parameter	Keterangan
1	Jumlah unit	1 unit
2	Panjang bak	2 m
3	Lebar bak	1,9 m
4	Kedalaman air efektif	2,5 m
5	Volume media	40%
6	Tinggi media pembiakan mikroba	1,2 m
7	Tinggi air di atas media	0,5 m
8	Tinggi ruang lumpur	0,3 m
9	Dalam bak total	3,3 m
10	Volume ruang pengendapan lumpur	1,23 m ³
11	Volume media	3,68 m ³
13	Volume reaktor efektif	9,2 m ³
14	Waktu tinggal	4,95 jam
15	BOD loading	1,452 kgBOD/m ² .hari
16	Efisiensi penyisihan BOD	60 %
17	BOD masuk	119,76 mg/L
18	BOD keluar	47,904 mg/L
19	Jenis media	Media sarang tawon
20	Kapasitas blower	200 liter/menit
21	Head maksimal blower	2000 mm-aqua (2 meter)
22	Diffuser	Gelembung kasar

Tipe pompa yang biasa digunakan dalam pengolahan air limbah yaitu tipe pompa celup (*submercible*) dan pompa sentrifugal. Pompa celup umumnya digunakan untuk mengalirkan limbah dengan *head* yang tidak terlalu besar, sementara untuk *head* yang besar digunakan pompa sentrifugal. Pada IPAL ini, berdasarkan lahan tersedia serta letak bak biofilter anaerob dan sedimentasi memiliki ketinggian yang relatif sejajar dengan ketinggian bak pengendap awal 2



m. Maka dari itu pompa yang digunakan merupakan jenis pompa celup dengan pisau di bagian ujung untuk memotong kotoran hewan ternak dan isi perut yang mungkin masih terbawa aliran limbah.

Debit limbah = $1,92 \text{ m}^3/\text{jam} = 32 \text{ liter}/\text{menit}$

Spesifikasi pompa

Tipe : pompa celup
(*submersible pump*)
Tipe kapasitas : < 120 liter/menit
Total head : 5-8 m
Output listrik : 120-350 watt
Material : fiber glass dan
technopolimer

Jenis media yang akan digunakan sebagai media biofilter anaerob dan aerob dalam IPAL ini adalah media sarang tawon. Media ini berbahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar, volume rongga yang besar sehingga memiliki resiko tersumbatnya aliran air limbah yang kecil.

Berikut spesifikasi media biofilter yang digunakan:

Material : PVC sheet
Ukuran : 25 cm x 30 cm x 30 cm
Ketebalan : 0,15 – 0,23 mm
Luas kontak spesifik : $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$
Diameter lubang : 3 cm x 3 cm
Warna : bening
Berat spesifik : $30\text{-}35 \text{ kg}/\text{m}^3$
Porositas rongga : 0,98
Jumlah total media yang dibutuhkan:
Volume media = $11,05 \text{ m}^3 + 3,68 \text{ m}^3 = 14,73 \text{ m}^3$
Total jumlah media = $14,73 \text{ m}^3 : (25 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm})$
= 654,67 buah

Pada tahap pra operasional penambahan *starter* mikrobia perlu dilakukan untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba pada media biofilter. Pemberian *starter* dapat dilakukan dengan selang waktu 1 hari, 4 hari, 12 hari, 1 bulan dan setelah 6 bulan. IPAL dapat dikatakan berjalan dengan lancar apabila stabil selama 3 bulan berturut-turut. Kebutuhan *starter* untuk setiap $1,3 \text{ m}^3$ sebanyak 1 liter. Berikut perhitungan banyak *starter* yang dibutuhkan untuk awal pengoperasian IPAL,

- Volume total biofilter
 $V \text{ biofilter} = 11,05 \text{ m}^3 + 3,68 \text{ m}^3 = 14,73 \text{ m}^3$
- Kebutuhan *starter* = $14,73 \text{ m}^3 \times 1,3 \text{ m}^3 = 11,33 \text{ liter}$
- Kebutuhan *starter* untuk 5 kali pemberian
Kebutuhan *starter* = $5 \times 11,33 \text{ m}^3 = 56,65 \text{ liter}$

Rencana Anggaran Biaya dihitung berdasarkan volume atau jumlah bahan dan alat dari perencanaan pembuatan IPAL. Perhitungan ini disesuaikan dengan analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum serta Peraturan Walikota Nomor 50 Tahun 2015 tentang Standarisasi Harga Barang dan Jasa.

Kesimpulan

- Limbah cair hasil pengolahan IPAL yang telah ada memiliki karakteristik yang belum memenuhi baku mutu yang ditentukan pemerintah yaitu parameter BOD inlet sebesar 685,0 mg/L dan COD inlet sebesar 12236,0 mg/L. Sementara parameter BOD outlet sebesar 440,0 mg/L dan COD outlet sebesar 1241,9 mg/L.
- Alternatif pra rancangan IPAL yang dibuat memiliki unit sistem pengolahan yang mampu menghilangkan komponen pencemar berupa TSS dan BOD yang tinggi, yaitu paduan antara tangki imhoff, bak pengendap serta biofilter anaerob dan aerob.
- Masing-masing unit pada IPAL RPH Giwangan adalah tangki imhoff (panjang = 4,6 m; 2,5 m; tinggi = 4,0 m), bak pengendap awal (panjang = 1,5 m; lebar = 1,3 m; tinggi = 2,0 m), bak biofilter anaerob (panjang = 3,7 m; lebar = 2,0





m; tinggi = 2,5 m), bak biofilter aerob (panjang = 2,0 m; lebar = 1,9 m; tinggi = 2,5 m), bak pengendap akhir (panjang = 1,5 m; lebar = 1,3 m; tinggi = 2,0 m), bak bioindikator (panjang = 2,0 m; lebar = 1,5 m; tinggi = 1,0 m) dan 3 unit bak pengering lumpur (panjang = 1,0 m; lebar = 1,0 m; tinggi 1,1 m).

- d) Total anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pembangunan IPAL RPH Giwangan dengan alternatif pra rancangan ini adalah sebesar Rp 717.129.718,10.

Daftar Pustaka

- Anonim 1, 2012, *Materi Bidang Air Limbah Desiminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum*, Jakarta.
- Anonim 2, 2009, *Pedoman Desain Teknik IPAL Agroindustri*
- Budisusanti, 2014, *Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah*, Pusteklim, Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse Fourth Edition*, McGraw-Hill Inc, New York.
- Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah Cair
- Roniadi A, Tarigan A P, Nasution Z, 2013, *Evaluasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kelurahan Mabar Hilir Kecamatan Medan Deli*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Departemen Teknik Sipil, Medan.
- Said N I, Yudo S, 2006, *Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Ayam dengan Proses Biofilter*, JAI Volume 2 Nomor 1, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT, Jakarta.
- Singgih M L, M Kariana, 2008, *Peningkatan Produktivitas & Kinerja Lingkungan dengan Pendekatan Green Productivity pada Rumah Potong Ayam XX Purifikasi "Jurnal Teknologi & Manajemen Lingkungan"*, ISSN: 1411-3465, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS & Ikatan Ahli Teknik Penyehatan & Teknik Lingkungan Indonesia-Jawa Timur, Volume 9 Nomor 2, Surabaya.
- Syawaldi, 2010, *Bahan Ajar Rencana Anggaran Biaya*, BPPT, Jakarta.





Lembar Tanya Jawab

Moderator: Kartika Udyani (Teknik Kimia ITATS Surabaya)

1. Penanya : Firman (Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda)

Pertanyaan : Dalam merancang IPAL maka data yang dibutuhkan cukup dengan kapasitas limbah. Maka didapatkan dimensi. Data-data sebanyak itu diperlukan untuk apa?

Jawaban : Data untuk perancangan diperlukan data berupa karakteristik, debit dan pembangunan IPAL. Debit untuk menentukan dimensi IPAL dan karakteristik untuk menentukan sistem pengolahan yang tepat.
2. Penanya : Abdul Kahar (Teknik Kimia Universitas Mulawarman)

Pertanyaan : - Dari hasilnya. Berapa luas lahan yang diperlukan?

Jawaban : - Belum dihitung secara keseluruhan. Karena letak unit yang tidak semuanya terkumpul pada satu lokasi. Dari design= 15 m X 22 m dan 8 X 3,5 m.

