Journal Of Enviromental Science Sustainable
Envoist Journal
ISSN: 2721-4761
Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Ivet Semarang, Phone 085216625025
Jl. Pawiyatan Luhur IV No.16, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50235

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK GEDUNG PERKANTORAN BERTINGKAT TINGGI

Arifudin[1], Setiyono[2],

[1,2] Pusat Riset Lingkungan Dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional.,
*e-mail coresponden : arifudinbtl08@gmail.com

ABSTRAK.

Gedung perkantoran merupakan suatu tempat untuk melaksanakan kegiatan perekonomian, bisnis, dan administrasi yang terpisah dari tempat tinggal. Dalam kegiatannya gedung perkantoran ini memerlukan air bersih untuk kebutuhan domestiknya. Dari penggunaan air tersebut sebanyak 80% akan dibuang ke lingkungan sebagai air limbah. Air sisa atau air buangan dari kegiatan gedung perkantoran bila tidak dikelola dengan benar dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Kombinasi teknologi lumpur aktif dan biofilter dapat diaplikasikan untuk mereduksi polutan air limbah sehingga menghasilkan air olahan yang layak dibuang ke saluran umum. Tujuan kegiatan ini adalah diperolehnya desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik Gedung Perkantoran agar kualitas air buangan dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan pemerintah

Kata Kunci: Limbah domestik, gedung perkantoran, lumpur aktif dan biofilter

Abstract

An office building is a place to carry out economic, business and administrative activities that are separate from the place of residence. In its activities, this office building requires clean water for its domestic needs. Of the use of water as much as 80% will be discharged into the environment as waste water. Residual water or waste water from office building activities if not managed properly can cause environmental problems. The combination of activated sludge technology and biofilters can be applied to reduce wastewater pollutants so as to produce treated water that is fit to be discharged into public drains.The purpose of this activity is to obtain a design for the domestic office building wastewater treatment plant (IPAL) so that the quality of the wastewater can meet the environmental quality standards set by the government.

Keywords: Domestic waste, office buildings, activated sludge and biofilter.

(Diterima: xx-xx-20xx; Disetujui: xx-xx-20xx)

1. Pendahuluan

Pengelolaan air limbah domestik di Indonesia secara nasional mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan permukiman (real estate), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Setiap penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan permukiman (real estate), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan dan apartemen atau kegiatan lainnya wajib melakukan pengolahan air limbah domestik sehingga mutu air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu air limbah domestik yang telah ditetapkan.

Gedung perkantoran merupakan suatu tempat yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan perekonomian, bisnis, dan administrasi yang terpisah dari tempat tinggal. Dalam kegiatannya gedung perkantoran memerlukan air bersih untuk kebutuhan domestiknya. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan pegawai dan/atau tamu yang ada di gedung perkantoran tersebut seperti kegiatan kamar mandi, wastafel/cuci-cucian, toilet, kantin, tempat ibadah dan pantry; dan untuk kebutuhan operasinal gedung seperti cooling tower, dan sanitasi gedung. Dari penggunaan air tersebut

sebanyak 80% akan dibuang ke lingkungan sebagai air limbah. Adapun kebutuhan air bersih untuk keperluan siram taman tidak menghasilkan air limbah, air akan diresapkan ke dalam tanah melalui pori-pori tanah.

Air sisa atau air buangan dari kegiatan gedung perkantoran bila tidak dikelola dengan benar dapat menimbulkan gangguan baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiharto, 1987). Menurut Peraturan Gubernur Nomor 122 tahun 2005 Bab V pasal 7 telah mewajibkan untuk mengolah air limbah domestik sebelum dibuang kesaluran umum. Bangunan perkantoran wajib mengelola air limbah domestik (*black water* maupun *grey water*) sebelum dibuang ke badan air.

Pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu karakteristik air limbah, jumlah limbah serta standar kualitas air olahan yang diharapkan, kemudahan dalam hal pengelolaan, ketersediaan lahan dan sumber energi, serta biaya operasi dan perawatan diupayakan serendah mungkin (Dinda et al.2016)

Berdasarkan perkiraan karakteristik limbah Gedung Perkantoran, maka teknologi yang paling efektif untuk mengolah limbah tersebut adalah dengan menggunakan kombinasi proses lumpur aktif dan biofilter.

Proses lumpur aktif termasuk proses biologis aerobik, yaitu proses peruraian polutan organik dalam air limbah dengan menggunakan mikroorganisma dan oksigen menjadi CO_2 dan H_2O, NH_4 dan sel biomassa baru (Nusa I.S, 2017). Adapun peralatan standar yang digunakan di dalam proses lumpur aktif meliputi tangki aerasi, bak sedimentasi, system sirkulasi lumpur, system pengolahan dan pembuangan kelebihan lumpur, system aerasi, dan system pengadukan.

Biofilter adalah sebuah reaktor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh dan berkembang pada suatu media filter dan membentuk lapisan biofilm (Metcalf & Eddy, 2004). Biofilm ini merupakan salah satu pengolahan air limbah secara biologis, dengan memanfaatkan agensia mikroorganisme untuk mengurai polutan organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti gas CO2, Nitrat, Nitrit.

Menurut Nusa dan Wahyu (2015), teknologi biofilter ini disamping mudah dalam pengoperasinnya juga lumpur yang dihasilkan tidak banyak, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi serta dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik. Teknologi biofilter mampu meremoval kandungan bahan organik sampai tingkat efisiensi 95%.

Tujuan kegiatan ini adalah diperolehnya desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik Gedung Perkantoran agar kualitas air buangan dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan pemerintah.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data lapangan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan perencanaan IPAL dilakukan dengan melakukan diskusi dengan pihak terkait. Adapaun data yang diperlukan adalah meliputi:

a. Profil perusahaan industri pengolahan makanan
b. Data jumlah pegawai, tamu, dan pemakaian air bersih.
c. Lay out Gedung Perkantoran
d. Denah lokasi penempatan unit pengolahan air limbah domestik
e. Data sumber air limbah, dan perkiraan kualitas air limbah.

2.2. Perencanaan Desain IPAL

1. Perhitungan Pemakaian Air Bersih dan Jumlah Air Limbah

Untuk menentukan kebutuhan air bersih dan penentuan besaran IPAL yang akan disiapkan mengacu berdasarkan besaran *People Equivalent* (PE), yaitu tabel kebutuhan air bersih atau jumlah limbah untuk setiap bangunan (PerGub DKI, 2005) dimana kebutuhan air bersih untuk kegiatan di gedung/kantor adalah sebesar 50 liter/orang.hari. Dari kebutuhan air bersih tersebut, sebanyak 80% nya akan dibuang sebagai air limbah.

2. Desain IPAL Domestik

Desain bangunan utama IPAL yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Bak Ekualisasi dilengkapi dengan dua buah pompa yang bekerja secara bergantian dan sistem pengatur debit air limbah. Bak ekualisasi memiliki waktu tinggal 8.5 jam
2. Reaktor lumpur aktif terbuat dari beton bertulang dan dilengkapi dengan system aerasi. Adapun kriteria perencanaan reaktor lumpur aktif adalah sebagai berikut:
   - MLSS : 1500 – 2000 mg/L
   - BOD–SS Loading : 0,2-0,4 kg.BOD/kgSS.hari (Said N.I, 2017)
     Ditetapkan : 0,25kg.BOD/kgSS.hari
   - Rasio Sirkulasi Lumpur : 0,2 – 0,3

Ditetapkan : 0,25

3. Bak sedimentasi dibuat dari bahan beton bertulang yang dilengkapi dengan system air live dab scum skimmer. Bak sedimentasi memiliki waktu tinggal 2.7 jam. Menurut Said Nusa I (2006) waktu tinggal untuk bak sedimentasi berkisar antara 2 s/d 5 jam
4. Reaktor Biofilter Aerobik terbuat dari beton bertulang dan berbentuk persegi panjang. Reaktor ini dilengkapi dengan media sarang tawon. Adapaun kriteria perencanaanya adalah sebagai berikut :
   - Waktu tinggal 9-10 jam
   - Beban BOD per volume media yang digunakan adalah 0,8 kg/m^3.hari.
   - Volume media adalah 40% volume reaktor, maka
5. Bak akhir terbuat dari bahan beton bertulang, bentuk bak persegi panjang dengan kriteria perencanaan waktu tinggal adalah 1.2 jam.
6. Tabung klorinator dibuat dari bahan pipa pvc didesain untuk dapat digunakan dengan klorin tablet maupun klorin cair dengan bantuan pompa dosing.

3. Hasil dan Pembahasan

Perkiraan Jumlah Air Bersih dan Air limbah

Air bersih merupakan air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis. Air bersih merupakan kebutuhan mutlak untuk suatu aktivitas perkantoran. Air bersih digunakan untuk untuk mencukupi semua kebutuhan air bersih di Gedung Perkantoran seperti wastafle, pantry, kamar mandi, urinoir, tempat ibadah, toilet, cooling tower dan lain sebagainnya. Jika kita melakukan pendekatan perhitungan pemakaian air bersih berdasarkan besaran population equivalent pada Lamp II Pergub DKI Jakarta No.122 Tahun 2005, maka kebutuhan air bersih untuk kegiatan di gedung/kantor adalah sebesar 50 ltr/orang.hari. Dari kebutuhan air bersih tersebut, sebanyak 80% nya akan dibuang sebagai limbah cair. Kebutuhan air bersih dan perkiraan air limbah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan air bersih dan perkiraan jumlah air limbah

No	Uraian	Jumlah	Standar	Kebutuhan air bersih (m^3/hr)	Perkiraan Jumlah Air Limbah (m^3/hr)
1	Toilet				
	Pekerja kantor	3.050 orang	50L/org/hr *	152,50	122,00
	Pengunjung/ tamu	610 orang	3L/org/hr#	1,83	1,46
	Pengelola gedung	40 orang	50L/org/hr *	2,00	1,60
	Pekerja pertokoan	50 orang	50L/org/hr *	2,50	2,00
	Pekerja kantin	16 orang	50L/org/hr *	0,80	0,64
2	Musholah	1.506 orang	15L/org/hr **	22,59	18,07
3	Warung/ kantin	330 kursi	15L/kursi/ hr*	4,95	3,96
4	Sanitasi/ kebersihan	51.808,65 m^2	0,5L/m^2/hr #	25,90	20,72
5	Toilet parkir	27.206,5 m^2	1L/m^2/hr#	27,21	21,77
	Total			240,28	192,22

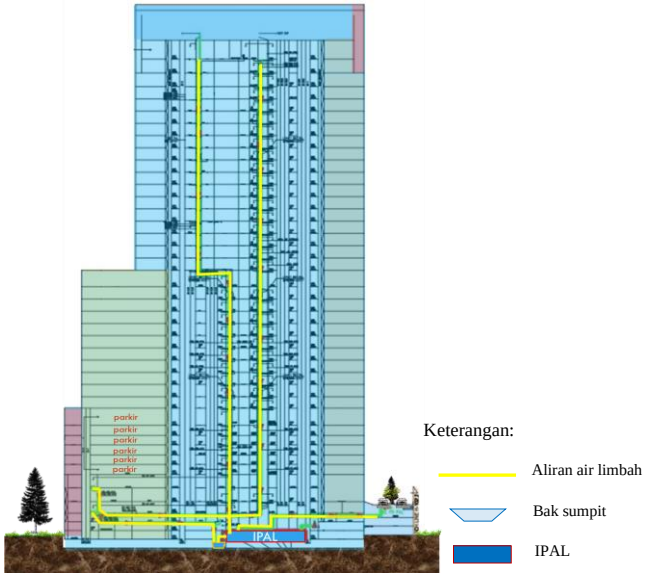
Keterangan:
(*) : Sesuai besaran population equivalent pada Lamp II Pergub DKI Jakarta No.122 Tahun 2005.
(**) : (Dwi S.H, 2013)
(#) : Asumsi.

Berdasarkan data perkiraan kebutuhan air bersih di atas, maka diperoleh jumlah total kebutuhan air air bersih di Gedung Perkantoran sebesar 240,28 m^3/hari, dengan demikian perkiraan jumlah air limbah yang dihasilkan dan akan dibuang untuk diolah di tempata pengolahan air limbah adalah sebesar 80% x 240,28 m^3/hari = 192,22 m^3/hari.

Dengan demikian perencanaan kapasitas IPAL yang digunakan adalah 200 m^3/hari.

Pengumpulan Air Limbah

Sistem penyaluran dan pengumpulan air limbah menggunakan sistem saluran tertutup dengan menggunakan pipa yang berfungsi menyalurkan air limbah tersebut (Dewiandratika, 2002). Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik dikumpulkan dan dialirkan secara horisintal di setiap lantai di gedung perkantoran menuju shaft. Dari setiap titil lokasi tersebut air dialirkan secara vertikal menuju bak ekualisasi. Sedangkan air limbah yang dihasilkan dari ruang basement dialirkan secara horizontal menuju bak sumpit. Dari bak sumpit ini air limbah dipompa dengan menggunakan pompa celup menuju bak ekualisasi untuk diolah secara bersama-sama dengan sumber limbah lainnya. Gambar 1. Menyajikan gambaran dari sumber dan jaringan air limbah di Gedung Perkantoran bertingkat.



Gambar 1. Sumber dan jaringan air limbah di gedung perkantoran

Perencanaan IPAL Domestik :

Perhitungan Desain Volume IPAL Domestik Gedung Perkantoran Bertingkat adalah sebagai berikut:
Kapasitas Desain yang Diharapkan

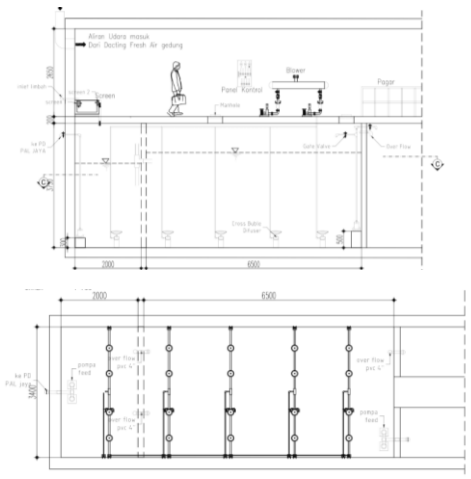
a. Kapasitas IPAL : 200 m^3/hari
   : 8,33 m^3/jam
b. BOD Air Limbah Maksimum : 400 mg/l
c. Total Efisiensi Pengolahan : 92.8 %
d. BOD Air Olahan : 28,8 mg/l

Bak Ekualisasi

Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi : 8.5 jam
Volume bak ekualisasi yang diperlukan
= 8.5 jam x 8.33 m^3/jam = 70,8 m^3
Maka ditetapkan dimensi bak ekualisasi adalah sebagai berikut :

a. Lebar : 3,4 m
b. Panjang : 6,5 m
c. Kedalaman air : 3,25 m
d. Ruang Bebas : 0,5 m
e. Volume Efektif : 71,8 m^3

Cek waktu tinggal : 71,8 m^3 / 8,33 m^3/jam
: 8,6 jam



Gambar 2. Desain bak ekualisasi tampak samping dan tampak atas

Perencanaan Reaktor Lumpur Aktif

Kriteria Perencanaan

a. Debit Air Limbah : 200 m^3/hari
: 8,3 m^3/jam
b. BOD_{masuk} : 400 mg/l
c. Efisiensi : 60 %
d. BOD_{keluar} : 160 mg/l

Volume Bak Aerasi

Kriteria perencanaan

MLSS : 1500 – 2000 mg/L
BOD–SS Loading (Ls) : 0,2–0,4 kg.BOD/kg SS.hari
Ditetapkan : 0,25 kg BOD / kg SS.hari
Rasio Sirkulasi Lumpur : 0,2 – 0,3, ditetapkan 0,25

Konsentrasi SS di dalam lumpur sirkulasi : 8000 mg/L

MLSS : $\frac{300+(0{,}25\ x\ 8000)}{1+0{,}25}$
: 1840 mg/L

Volume Bak Aerasi : $\frac{200\ x\ 400}{1840\ x\ 0{,}25}$
: 173,9 m^3

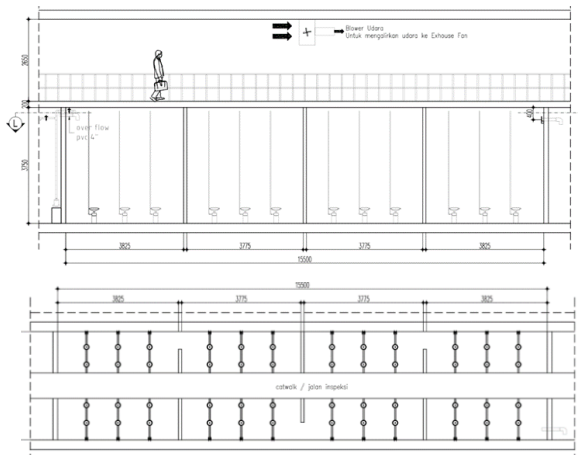
Ditetapkan dimensi reaktor lumpur aktif adalah sebagai berikut :

a. Lebar : 3,4 m
b. Panjang : 15,5 m
c. Kedalaman Efektif : 3,35 m
d. Tinggi Ruang Bebas : 0,4 m
e. Volume efektif : 176,5 m^3

Waktu tinggal : $\frac{176{,}5\ m3}{8{,}3\ m3/jam}$
: 21,18 jam

Cek BOD - SS Loading (Ls) : $\frac{Q\ x\ Cs}{V\ x\ MLSS}$

: $\frac{200\ x\ 400}{176{,}5\ x\ 1840}$
: 0,25 kg-OD/Kg-SS.hari



Gambar 3. Desain reaktor lumpur aktif tampak samping dan tampak atas

Bak Pengendap/Sedimentasi

BOD masuk : 160 g/m^3
Efisiensi : 10%
BOD keluar : 144 g/m^3

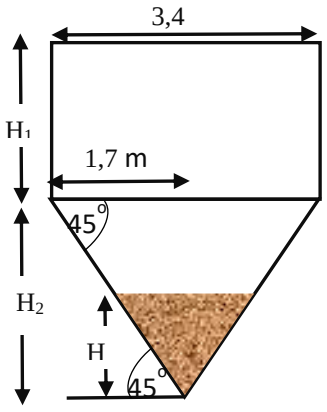
Bak pengendap berbentuk kubus, dengan bagian bawah berbentuk limas

Waktu tinggal : 2 – 5 jam,
ditetapkan 2,7 jam
Volume bak pengendap akhir : 2,7 x 8,33
: 22,5 m^3

Ditetapkan
Lebar : 3,4 m
Panjang : 3,4 m
Luas permukaan (A) : 11,56 m^2
Sudut kemiringan : 45
Tinggi limas (H_2) : Tangen 45 x 1,7
: 1,7 m

Volume limas : 1/3 x A x H_2
: 1/3 x 11,56 m^2 x 1,7 : 6,55 m^3
Volume Lumpur : 1/4A x 1/3 x ½ H_2
: ¼ x 11,56 x 1/3 x ½ x 1,7
: 0,82 m^3

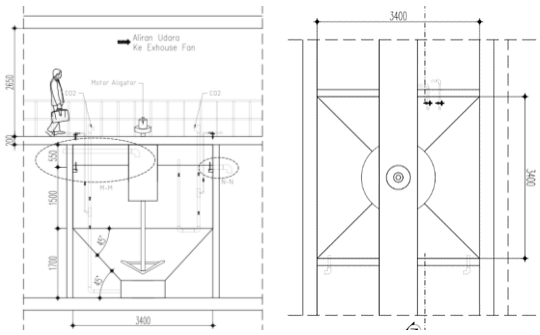
Tinggi kubus : $\frac{vol\ bak-(vol\ limas-vol\ lumpur)}{luas\ permukaan}$
H1 : 1,5 m
Volume Kubus : A x H_1 = 16,77 m^3



Panjang Weir : 4 x (L – 0,16)
: 4 x (3,4 – 0,16) = 12,96 m

Weir Loading $= \frac{Debit\ air\ limbah}{panjang\ weir}$
$= \frac{200\ m3/hari}{12{,}96\ m}$
= 15,43 m^3/m.hari

Surface loading (beban permukaan) $= \frac{Q}{Luas\ Alas} = \frac{200}{3{,}4\ x\ 3{,}4}$
= 17,3 m^3/m^2/hari



Gambar 4. Desain bak sedimentasi

Reaktor Biofilter Aerob

a. Debit Air Limbah : 200 m^3/hari
: 8,3 m3/jam
b. BOD_{masuk} : 144 mg/l
c. BOD_{keluar} : 28,8 mg/l

Beban BOD di dalam air limbah
: 200 m^3/hari x 144 g/m^3
: 28,8 kg/hari
Beban BOD yang keluar
: 200 m^3/hari x 28.8 g/m^3
: 5,7 kg/hari
Jumlah BOD yang dihilangkan : 23,04 kg/hari

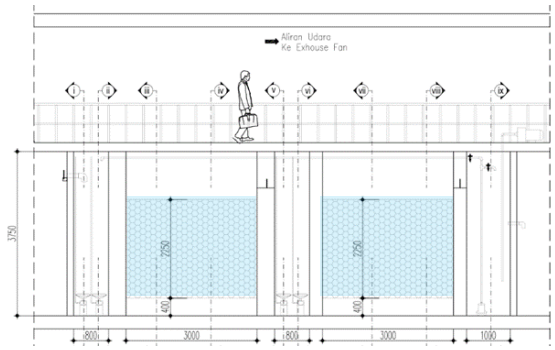
Beban BOD per volume media yang digunakan adalah 0,8 kg/m^3.hari.
Volume Media yg diperlukan : 23,01 / 0,8
: 28,8 m^3
Volume media adalah 40% volume reaktor, maka
Volume reaktor : 72 m^3
Ditetapkan dimensi Biofilter Aerob adalah sebagai berikut:
a. Lebar : 3,40 m
b. Panjang : 7,60 m
c. Kedalaman Efektif : 3,00 m
d. Tinggi Ruang Bebas : 0,75 m
e. Volume Aktual : 3,4 x 7,6 x 3,0 : 77,5 m^3
Cek Waktu Tinggal di dalam Reaktor Aerob:

$$Waktu\ Tinggal\ di\ Reaktor\ Aerob = \frac{77{,}5\ m^3}{8{,}33\ m^3/jam} = 9{,}3jam$$

a. Tinggi ruang lumpur : 0,4 m
b. Tinggi bed media : 2,25 m
c. Tinggi air di atas bed media: 0,35 m
d. Vol. total media : 45,9 m^3

Bak Akhir

a. Debit Air Limbah = 200 m^3/hari
b. BOD_{keluar} = 23,4 mg/l
c. Waktu tinggal = 1,5 jam
d. Volume bak = 1,5 x 8,3 m^3/jam = 12,5 m^3
e. Ditetapkan dimensi reaktor pengendap akhir adalah sebagai berikut:
   - Lebar = 3,40 m
   - Kedalaman air efektif = 3 m
   - Panjang = 1 m
   - Volume Aktual = 10,2 m^3
f. Cek Waktu Tinggal = 10,2/8,33
   = 1,22 jam



Gambar 5. Desain reaktor biofilter aerobik dan bak akhir

Tabel 2. Rekapitulasi dimensi unit IPAL

Nama Bak	Dimensi				Vol (m^3)	Masa Tinggal		
	P(m)	L(m)	T(m)	LVL Air (m)		Kap	200 / 8.3	m^3/hari m^3/jam
B.Ekualisasi	6,5	3,4	3,75	3,25	71,8	8,6		jam
R.Lumpur Aktif	15,5	3,4	3,75	3,35	176,5	21,18		jam
B.Sedimentasi	3,4	3,4	3,75	3,15	21	2,5		jam
R.Biofilter Aerobik	7,6	3,4	3,75	3,00	77,5	9,3		jam
Bak Akhir	1,0	3,4	3,75	3,00	10,2	1,2		jam

Perhitungan Kebutuhan Oksigen Dan Blower Udara.

Kebutuhan udara IPAL diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan udara yang ada di bak ekualisasi, reaktor lumpur aktif, bak sedimentasi dan reaktor biofilter. Pemberian aerasi di bak ekualisasi berfungsi untuk pengadukan air limbah agar air limbah menjadi homogen dan tidak terjadi pengendapan, sedangkan di bak sedimentasi berfungsi untuk air lift dan scum skimmer

Kebutuhan Udara di Reaktor Lumpur Aktif

- Jumlah oksigen yang dikonsumsi per jumlah BOD yang dihilangkan (Kg.O_2/Kg.BOD), biasanya a' adalah 0,42
- Jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh respirasi endogenous (Kg.O_2/Kg.MLSS), biasanya b' adalah 0,12
- BODR merupakan Jumlah BOD yang dihilangkan : 60% x 400 g/m^3 x 200 m^3/hari
  : 48 kg/hari
- Jumlah MLSS di dalam bak aerasi (X) adalah 1840 g/m^3 x 176,5 m^3 = 324,8kg

Ro = a' . BODR + b'. X

Maka kebutuhan oksigen di lumpur aktif (Ro) : (0,42 x 48) + (0,12 x 324,8)
: 59,14 kg/hari
Berat oksigen per m^3 udara : 0,285 kg
Diasumsikan volume O_2 yang terlarut di dalam *mixed liqour* adalah 5%, sehingga volume udara yang diperlukan adalah : 59,14/(0,285 x 5%)
: 4150,26 m3/hari : 172,93 m3/jam

Kebutuhan udara untuk mengoksidasi amoniak di lumpur aktif

Konsentrasi Amonia masuk (in) = 40 mg/L
Kosentrasi amonia keluar (out) = 20 mg/L
Jumlah amoniak yg dihilangkan = (in –out) x debit
= (40- 20) x 200 = 4 kg/hari
Untuk mengoksidasi 1 kg amoniak diperlukan 4,4 kg O_2, sehingga kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi amoniak adalah = 4 x 4,4
= 17,6 kg
berat oksigen per m3 udara = 0,285 kg
Volume udara yang diperlukan = 17,6 /0,285 x 24 = 2,57 m^3/jam

Dengan demikian maka kebutuhan udara di reaktor lumpur aktif adalah jumlah kebutuhan udara untuk menghilangkan BOD dan mengoksidasi amoniak yang ada di reaktro. Dari hasil perhitungan jumlah kebutuhan udara di reaktor lumpur aktif adalah sebesar 175,5 m^3/jam.
Bila kemampuan transfer 1 unit diffuser adalah 4,1 m^3/jam, maka kebutuhan diffuser di reaktor biofilter adalah 42,8, terpasang sebanyak 48 unit.

Kebutuhan Udara di Reaktor Biofilter Aerobik
Kebutuhan udara untuk menghilangkan BOD

Kebutuhan oksigen di dalam reaktor biofilter aerob sebanding dengan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan.
Kebutuhan oksigen teoritis adalah jumlah BOD yang dihilangkan yaitu sebesar 23,1 kg/hari

a. Faktor keamanan ditetapkan = ± 2 maka,
b. Kebutuhan Oksigen Teoritis = 2 x 23,1 kg/ hari
   = 46,2 kg/hari
c. Temperatur udara rata-rata = 28°C
d. Berat Udara pada suhu 28°C = 1,1725 kg/m^3

Di asumsikan jumlah oksigen didalam udara adalah 23,2 %, maka kebutuhan udara aktual adalah :

$$Kebutuhan\ Udara\ Aktual = \frac{46{,}2\ kg/hari}{1{,}1725\ kg/m^3 \times 0{,}232\ gO_2/g\ Udara}$$

: 169,4 m^3/hari

Kebutuhan Udara Untuk Menghilangkan Amoniak

Amoniak masuk = 20 g/m^3
Amoniak keluar = 5 g/m^3
Jumlah amoniak yg dihilangkan = (in –out) x debit
= 200 x 15
= 3 kg/hari
Untuk mengoksidasi 1 kg amoniak diperlukan 4,4 kg oksigen, sehingga jumlah oksigen yang dibutuhkan adalah 13,2 kg

Bila berat oksigen per m^3 udara adalah 0,285 kg, maka volume udara yang diperlukan adalah 46,32 m^3/hari atau 1,9 m^3/jam

Kebutuhan Udara Untuk Respirasi

Kebutuhan udara untuk respirasi adalah 10% dari kebutuhan oksigen untuk BOD removal.

= 10% x 7,058 = 0,7 m^3/jam

Dengan demikian total kebutuhan udara di reaktor biofilter adalah penjumlahan dari kebutuhan udara untuk menghilangkan BOD, oksidasi amoniak dan respirasi, yaitu sebesar 9,65 m^3/jam

Bila effisiensi diffuser 15% dan kemampuan transfer 1 unit diffuser adalah 4,1 m^3/jam, maka kebutuhan diffuser di reaktor biofilter adalah 15,76 atau terpasang sebanyak 48 unit.

Kebutuhan udara di Bak Sedimentasi

Udara yang diperlukan untuk keperluan air lift dan scum skimmer di bak sedimentasi adalah masing-masing 20-30 m^3/jam. Ditetapkan 30 m^3/jam. Maka kebutuhan udara untuk memenuhi 2 unit *air lift* dan 2 unit *scum skimmer* adalah 4 x 30 m^3/jam = 120 m^3/jam

Kebutuhan Udara di Bak Ekualiasai

Kebutuhan udara untuk proses pengadukan di bak ekualisasi sehingga air limbah menjadi lebih homegen diperlukan udara sebanyak 64 m^3/jam. Bila kemampuan transfer 1 unit diffuser adalah 4,1 m^3/jam, maka kebutuhan diffuser di bak ekualisasi adalah 15,6 atau jumlah terpasang sebanyak 16 unit diffuser.

Total kebutuhan diffuser di IPAL = 48 + 16 + 16 = 80 unit

Total kebutuhan udara di IPAL = 175,5 + 64,6 + 120 +64 m^3/jam

= 424,13 m^3/jam

Dengan demikian type blower yang digunakan adalah type LT.100 dengan motor memiliki Daya minimal 8,43 KW

Kebutuhan Klor

DPC (daya pengikat khlor) = 1,5 mg/L
Sisa khlor = 0,4 mg/L
Dosis khlor = 1,9 mg/L
Kosentrasi khlorin = 70%
Kosentrasi larutan khlorin = 1%
Khlor yang dibutuhkan = (200x100x1,9)/70
= 0,54 kg/hari

Pembubuhan = 542857/10.000 = 54,28 L/hari

Asumsi volume larutan dibuat 100 L, jadi waktu yg dibutuhkan hingga bak pengaduk kosong adalah 44,2 jam.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan IPAL diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestic di Gedung Perkantoran bertingkat adalah dengan kombinasi proses lumpur aktif dan biofilter.
2. Perencanaan bangunan IPAL ini terdiri dari bak ekualisasi, reaktor lumpur aktif, bak sedimentasi, reactor bio-filter, bak penendap akhir, bak biocontrol dan tabung disinfektan.

5. Daftar Pustaka

Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 03-7065-2005 Tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing.

Dinda R.K.H dan Imam S. 2016. Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Limbah Industri Nata De Coco Dengan Proses Lumpur Aktif. JRL. Vol 9. No.2 Hal : 97 – 112.

Dwi S.H. 2013. Kajian Pustaka Potensi Pemanfaatan Greywater Sebagai Air Siram WC dan Siram Tanaman di Rumah Tangga. Jurnal Presipitasi. Vol.10. No.1. hal : 41 - 50
Hermanto Sujarwo. 2008. Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah. Pusteklim.
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik. Jakarta.
M. Dewiandratika. 2002. Sistem Penyaluran Air Limbah. Mutiara. Jakarta.
Metcalf & Eddy, 2004, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, McGrawHill Inc. New York.
Pemerintahan Provinsi DKI Jakarta. 2005. Peraturan Gubernur DKI Jakarta No.122 Tahun 2005. Jakarta
Suprihatin, Suparno. O. 2013. Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri. IPB Press.
Said N.S, Widayat W. 2005. Teknologi pengolahan air limbah Rumah Sakit dengan proses Biofilter Anaerob-aerob. Jaina 1(1): 52–64
Said, Nusa Idaman, 2006. Paket Tehnologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anaerob-aerob, http://ejurnal.bppt.go.id,
Said, Nusa Idaman. 2017. Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi. Erlangga.
Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI-Press.